

火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究  
平成 27 年度成果報告書

平成 28 年 3 月

気 象 庁

火山噴火予知連絡会  
衛星解析グループ

## はじめに

火山噴火予知連絡会では、衛星データを利用した火山活動の把握及び評価を目的とした、衛星解析グループを平成 18 年 11 月に設置し、気象庁と宇宙航空研究開発機構との間で締結した「陸域観測技術衛星データによる火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究協定」に基づき、平成 19 年度から火山活動評価等における衛星データの利用方法の調査・研究を行ってきました。実施した調査・研究の成果は、火山噴火予知連絡会や日本火山学会等で報告・発表され、平成 21 年 3 月（平成 19～20 年度）、平成 23 年 3 月（平成 21～22 年度）及び平成 25 年 3 月（平成 23～25 年度）に成果報告書として取りまとめられております。

平成 26 年度は、「だいち 2 号」の打ち上げに伴い、このデータ利用に対応した「陸域観測技術衛星及び陸域観測技術衛星 2 号の観測データ等による火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究」に関する協定を締結し、衛星解析グループとしても新たに活動をスタートさせました。2 年目に当たる本年度は、箱根山の活発化と噴火、口永良部島噴火、桜島におけるマグマ貫入などの火山現象に遭遇するとともに、口永良部島では噴火警戒レベル導入後初めての「レベル 5（避難）」、引き続き桜島でも「レベル 4（避難準備）」という特別警報の発表を経験しました。衛星解析グループでは「だいち 2 号」による緊急観測要求を積極的に行い、得られた解析結果は迅速に火山噴火予知連絡会へ報告され火山活動評価に活用されるとともに、噴火警報発表時の判断材料のひとつとして利用されました。このように、本年度は「だいち 2 号」のデータが火山活動の監視・評価のみならず、防災情報の発信にも重要な役割を担っていくことを示す 1 年となりました。本報告書は、平成 27 年度におけるこれら火山活動監視・評価を含む全 16 課題の研究成果を取りまとめたものです。

なお、この報告書で使用されているデータは、防災利用実証実験としてグループ内の各研究者にシーン数を限定して無償で提供されました。また、口永良部島や箱根山の噴火、桜島のマグマ貫入時をはじめ、本グループからの緊急観測要請に対し、迅速に対応して頂きました。本研究を実行するにあたりこれらの御支援いただいた宇宙航空研究開発機構、（一財）リモート・センシング技術センターの皆様へ深く感謝いたします。

平成 28 年 3 月

気象庁 地震火山部 火山課長

北川 貞之

火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究  
平成 27 年度成果報告書 目次

・ 研究計画の概要.....	1
1 . 経緯.....	1
2 . 枠組み.....	2
3 . 参加機関及び研究課題.....	3
4 . 研究期間と研究計画.....	5
5 . 活動概要.....	6
・ 研究成果報告.....	10
・ 火山-2701 「地殻変動分布の評価への適用手法検討」.....	11
・ 火山-2702 「南方諸島方面海底火山の監視の検討」.....	13
・ 火山-2703 「測地観測と結合した火山性地殻変動解析および活動評価」.....	17
・ 火山-2704 「ALOS 画像による活火山地形・地質判読とその噴火解析への応用」.....	19
・ 火山-2705 「合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動の検出」.....	21
・ 火山-2706 「衛星画像による火山噴火時土砂災害に関する情報抽出手法の検討」.....	23
・ 火山-2707 「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (北海道地方の火山)」.....	25
・ 火山-2708 「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (東北地方の火山)」.....	27
・ 火山-2709 「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (関東中部地方・伊豆諸島等の火山)」.....	29
・ 火山-2710 「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (九州地方の火山)」.....	31
・ 火山-2711 「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (鹿児島県の火山)」.....	33
・ 火山-2712 「噴出物の分布や地熱域等の把握及び地形変化検出への利用調査」...	35
・ 火山-2713 「航空機及び衛星搭載 SAR による火山の監視と変化抽出について」..	37
・ 火山-2714 「合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動のモニタリング」..	42
・ 火山-2715 「SAR 干渉解析による箱根火山の火山性地殻変動の検出」.....	44
・ 火山-2716 「航空機 SAR による火山の監視と変化抽出について」.....	47



## ．研究計画の概要

### 1．経緯

火山噴火予知連絡会は、陸域観測技術衛星「だいち(ALOS)」等を用いた防災のための利用実証実験計画を通じて、今後の火山観測や火山学研究などにおける衛星データの利用方法を調査研究するために、平成 18 年 11 月 14 日の第 105 回火山噴火予知連絡会において、「衛星解析グループ」を設置した。グループへの参加機関は、火山噴火予知連絡会委員、臨時委員、またはそれに準ずる者の属する機関を対象とした。

「衛星解析グループ」は主に以下の 2 つの目的のために設置された。

日本列島・領海内の主要活火山等を対象に、「だいち」等の観測データによる火山活動の監視及び地殻変動等の検出手法、及びこれらによる解析結果の火山活動評価への利用方法についての調査・検討

噴火活動開始等の異常が確認された場合における、噴火の規模や影響の範囲の把握等についての衛星データの有効性の調査・検討

「衛星解析グループ」は、これらの目的を実現するため、防災利用実証実験への参加を通して、宇宙航空研究開発機構（JAXA）と「火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究」を実施することになった。

火山噴火予知連絡会の事務局である気象庁は、衛星解析グループ代表として宇宙航空研究開発機構と「火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究協定」を平成 19 年 3 月 19 日に締結（平成 20 年度未終了）し、共同研究に必要とされるデータ利用に関する取り決めは、「データ利用計画書」として、平成 19 年 4 月 2 日に確認し、共同研究を開始した。

その後、「だいち」の後期利用段階への移行等を受けて、平成 21 年 3 月 31 日に、気象庁と宇宙航空研究開発機構で締結している「陸域観測衛星データによる火山活動の評価及び噴火活動の把握」に関する共同研究協定書の有効期間に関する条項について、変更協定を締結した。変更協定では、有効期間を平成 23 年 3 月 31 日までとし、期間満了の 3 ヶ月前までに申し出がない場合は、1 年間の延長することとし、その後も同様とすることにした。また、得られた成果については、火山噴火予知連絡会等で適宜報告していくこととした。

火山活動の評価への利用並びに衛星データ利用の有効性の調査・検討の共同研究は引き続き必要とされることから、「だいち」の運用の継続にあわせ、共同研究協定書は平成 23 年 3 月 31 日の有効期間満了後も継続することとなった。「だいち」は平成 23 年 5 月 12 日に運用を停止することとなったが、アーカイブデータ等により共同研究を継続するとともに、他国の衛星も活用した研究を平成 26 年 3 月 31 日まで実施した。

平成 26 年度には、陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号 (ALOS-2)」の打ち上げに伴い、4 月 1 日に「だいち 2 号」データ利用にも対応した「陸域観測技術衛星及び陸域観測技術衛星 2 号の観測データ等による火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究」に関する新たな協定を気象庁と宇宙航空研究開発機構との間で締結した。本協定は平成 29 年 3 月 31 日までとし、本年度はその 2 年度目に当たる。

## 2. 枠組み

共同研究の枠組みを図1に示す。

火山噴火予知連絡会の事務局である気象庁は、衛星解析グループからの要望により、全体としての観測要求（緊急観測の内容を含む）を取りまとめ、宇宙航空研究開発機構と調整を行った。また、成果報告についても事務局が報告を取りまとめ、宇宙航空研究開発機構への報告を行った。

共同研究に必要な協定やデータ提供等の取り決めについては、気象庁と宇宙航空研究開発機構が、共同研究協定を締結し、データ利用計画書にてデータの受け渡しに対する確認を行った。参加機関は、気象庁との同意書により共同研究に参加し、衛星データの解析を行った。

衛星データの解析に関しては、防災WEBや各種データ利用研修を通して、宇宙航空研究開発機構からサポートを受けた。また、必要に応じて、メーリングリスト、会合等を通して、情報交換を行うとともに、他の協定グループと連携しながら研究を進めた。

共同研究により得られた成果は、火山噴火予知連絡会や衛星解析グループへ報告された。

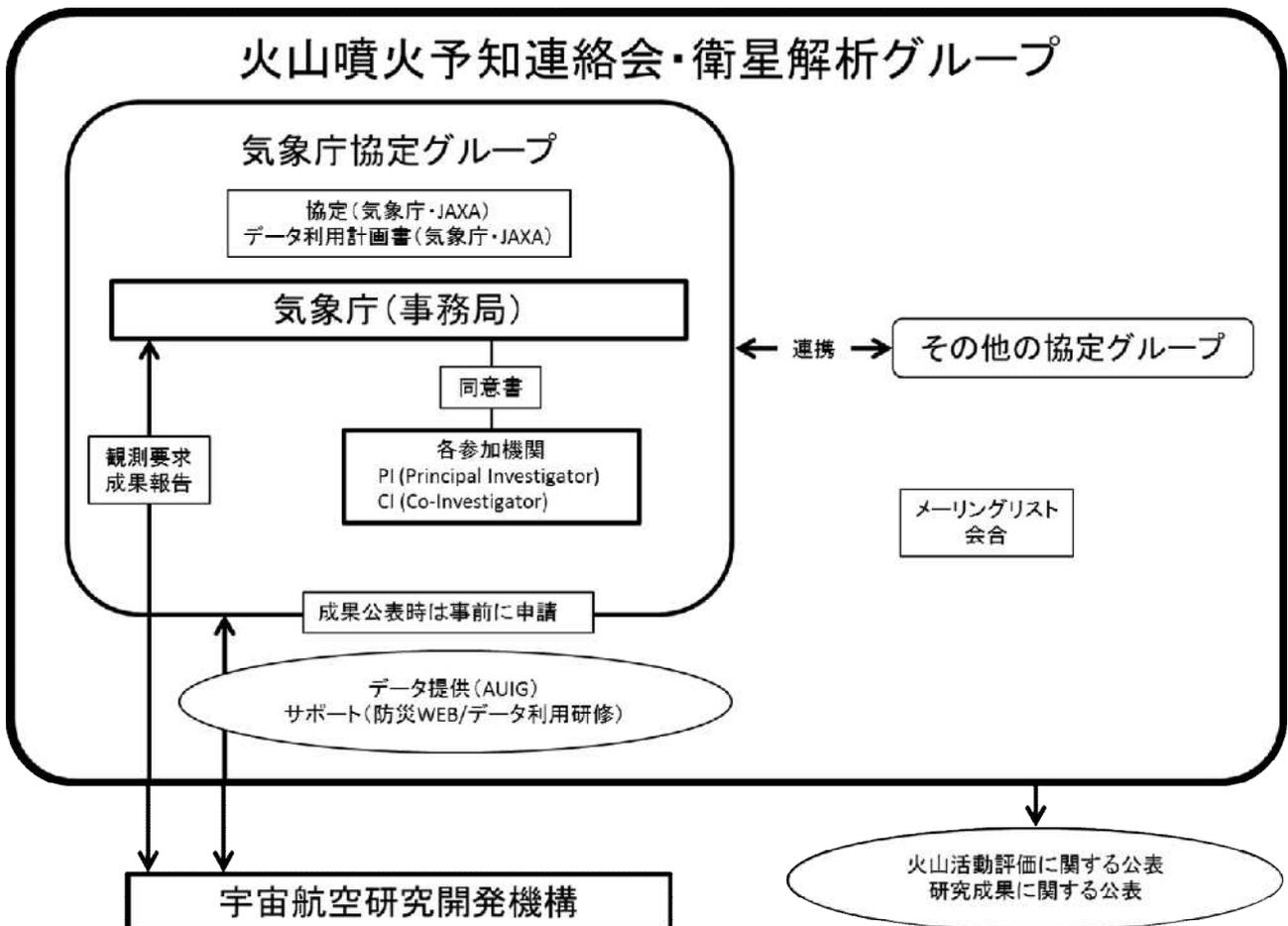


図1 共同研究の枠組み

### 3. 参加機関及び研究課題

共同研究への参加機関と研究課題を表1-1に示す。

表1-1 参加機関と研究課題

管理番号	実験課題名称	参加機関	代表研究者 (PI)	部署	役職	研究活動 支援者(CI)	所属
火山-2701	地殻変動分布の評価への適用手法検討	国土地理院	小林 知勝	地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室	主任研究官	飛田 幹男	国土地理院 地理地殻活動研究センター
						中島 秀敏	国土地理院 地理地殻活動研究センター
						矢来 博司	国土地理院 地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室
						森下 遊	国土地理院 地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室
						右記部署職員	国土地理院 測地部 宇宙測地課
						右記部署職員	国土地理院 測地部 機動観測課
火山-2702	南方諸島方面海底火山の監視の検討	海上保安庁	岩淵 洋	海洋情報部	海洋調査課長	森下 泰成	海上保安庁 海洋情報部 技術・国際課
						小野 智三	海上保安庁 海洋情報部 海洋調査課
火山-2703	測地観測と結合した火山性地殻変動解析 および活動評価	北海道大学	大島 弘光	大学院理学研究院 附属地震火山研究観測センター	准教授	村上 亮	北海道大学大学院理学研究院 附属地震火山研究観測センター
						古屋 正人	北海道大学大学院理学研究院 自然史科学部門
						森 濟	北海道大学大学院理学研究院 附属地震火山研究観測センター
火山-2704	ALOS 画像による活火山地形・地質判読と その噴火解析への応用	東京大学	金子 隆之	地震研究所	助教	安田 敦	東京大学地震研究所
						青木 陽介	東京大学地震研究所
火山-2705	合成開口レーダを用いた火山活動に伴う 地殻変動の検出	防災科学技術研究所	宮城 洋介	観測・予測研究領域 地震・火山防災研究ユニット	研究員	小澤 拓	防災科学技術研究所 観測・予測研究領域 地震・火山防災研究ユニット
火山-2706	衛星画像による火山噴火時土砂災害に関 する情報抽出手法の検討	土木研究所	泉山 寛明	土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム	研究員	清水 孝一	土木研究所土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム
						藤村 直樹	土木研究所 土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム
						高橋 祐弥	土木研究所 土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム
火山-2707	SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への 利用の検討(北海道地方の火山)	気象庁	小泉 岳司	地震火山部火山課	火山対策官	右記部署 の職員	気象庁 地震火山部 火山課
							気象庁 気象研究所
							気象庁 札幌管区気象台
火山-2708	SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への 利用の検討(東北地方の火山)	気象庁	小泉 岳司	地震火山部火山課	火山対策官	右記部署 の職員	気象庁 地震火山部 火山課
							気象庁 気象研究所
							気象庁 仙台管区気象台
火山-2709	SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への 利用の検討(関東中部地方・伊豆諸島 等の火山)	気象庁	小泉 岳司	地震火山部火山課	火山対策官	右記部署 の職員	気象庁 地震火山部 火山課
							気象庁 気象研究所
火山-2710	SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への 利用の検討(九州地方の火山)	気象庁	小泉 岳司	地震火山部火山課	火山対策官	右記部署 の職員	気象庁地震火山部火山課
							気象庁 気象研究所
							気象庁 福岡管区気象台

火山-2711	SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(鹿児島県の火山)	気象庁	小泉 岳司	地震火山部火山課	火山対策官	右記部署の職員	気象庁 地震火山部 火山課	
							気象庁 気象研究所	
							気象庁 福岡管区気象台	
							気象庁 鹿児島地方気象台	
火山-2712	噴出物の分布や地熱域等の把握及び地形変化の検出への利用調査	気象庁	小泉 岳司	地震火山部火山課	火山対策官	右記部署の職員	気象庁 地震火山部 火山課	
火山-2713	航空機及び衛星搭載 SAR による火山の監視と変化抽出について	宇宙航空研究開発機構	夏秋 嶺	地球観測研究センター	宇宙航空プロジェクト研究員	島田 政信	東京電機大学 理工学部 建築・都市環境学系	
							大木 真人	宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター
							渡邊 学	宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター
火山-2714	合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動のモニタリング	産業技術総合研究所	田中 明子	活断層・火山研究部門	主任研究員			
火山-2715	SAR 干渉解析による箱根火山の火山性地殻変動の検出	神奈川県 温泉地学研究所	竹中 潤	研究課	研究課長	原田 昌武	神奈川県 温泉地学研究所 研究課	
						道家 涼介	神奈川県 温泉地学研究所 研究課	
火山-2716	航空機 SAR による火山の監視と変化抽出について	東京電機大学	島田 政信	理工学部 建築・都市環境学系	教授	夏秋 嶺	宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター	
						大木 真人	宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター	

#### 4. 研究期間と研究計画

本協定による研究期間は、平成26年4月1日から平成29年3月31日までである（表1-2）。本年度はこの2年度目にあたる。

表1-2 研究計画

項目	FY26				FY27				FY28			
	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
対外報告等	(適宜報告)				(適宜報告)				(適宜報告)			
火山噴火予知連絡会(気象庁) (定例は2月、6月、11月頃)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
衛星解析グループでの検討 (気象庁、JAXA、PI、CI)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
データ利用・解析、及び評価(PI, CI)				▲				▲				▲
協定等に基づくデータ提供(JAXA)												
利用計画書(気象庁、JAXA、PI)	▲	改訂(必要に応じて)			▲	改訂(必要に応じて)			▲	改訂(必要に応じて)		

## 5 . 平成 27 年度活動概要

### ( 1 ) 活動履歴

- ・平成 27 年 4 月 22 日  
「火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究平成 26 年度成果報告書」 HP へアップ
- ・平成 27 年 6 月 16 日  
衛星解析グループ第 15 回会合 開催（気象庁）
- ・平成 27 年 7 月 13 日  
「火山活動の評価及び火山活動の把握に関する共同研究のためのデータ利用計画書」改訂
- ・平成 27 年 9 月 4 日  
第 2 回 ALOS-2 観測運用調整会議 出席
- ・平成 27 年 10 月 9 日  
平成 27 年度衛星による防災利用実証業務連絡会 出席
- ・平成 28 年 2 月 18 日  
衛星解析グループ第 16 回会合及び平成 27 年度成果報告会 開催（気象庁）
- ・平成 28 年 3 月  
本報告書 取りまとめ

### ( 2 ) 観測要求とデータ提供

#### 観測要求

以下の火山において、衛星解析グループ参加機関から宇宙航空研究開発機構へ緊急観測要求を行い、観測が実施された。

雌阿寒岳、十勝岳、浅間山、箱根山、蔵王山、桜島、口永良部島、阿蘇山、霧島山、Calbuco（チリ）

#### データ提供

宇宙航空研究開発機構から衛星解析グループへの衛星データの提供は、アーカイブデータについては、AUIG2 システム（WEB サイト）を通して行われた。また、緊急観測要求によって取得されたデータは、宇宙航空研究開発機構の SFTP サイトを通して行われた。

### ( 3 ) 情報交換

宇宙航空研究開発機構の支援により設置した「メーリングリスト」により、グループ内の速報的な情報交換などを行った。

### ( 4 ) データ利用研修・サポート

宇宙航空研究開発機構により以下に挙げる「防災のための地球観測衛星データ利用研修」をはじめとするサポートが行われた。

- ・平成 27 年 5 月 29 日 「衛星画像防災利用入門講座（第 1 回）」
- ・平成 27 年 6 月 16 日～17 日 「衛星画像防災利用応用講座（第 1 回）」
- ・平成 27 年 10 月 9 日 「衛星画像防災利用入門講座（第 2 回）」
- ・平成 27 年 10 月 20 日～21 日 「衛星画像防災利用応用講座（第 2 回）」
- ・平成 27 年 11 月 10 日 「SAR インターフェロメトリコース」

- ・平成 28 年 2 月 8 日 「衛星画像防災利用入門講座（第 3 回）」
- ・平成 28 年 2 月 9 日～10 日 「衛星画像防災利用応用講座（第 3 回）」

## （ 5 ）火山噴火予知連絡会への報告

< 火山噴火予知連絡会拡大幹事会（平成 27 年 5 月 30 日） >

- ・ ALOS-2/PALSAR-2 SAR 干渉解析による口永良部島の地殻変動（気象研究所）
- ・ PALSAR-2 および PALSAR の SAR 干渉解析による口永良部島の地殻変動（防災科学技術研究所）
- ・ 口永良部島に関する PALSAR-2 データの解析結果（防災科学技術研究所）
- ・ 2015/3/3-2015/5/26 の地殻変動に関するモデル（防災科学技術研究所）
- ・ 口永良部島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 口永良部島（新岳）の噴火に伴う SAR 干渉解析結果（国土地理院）
- ・ 新岳火口付近の強度画像判読の結果（国土地理院）

< 第 132 回 火山噴火予知連絡会（平成 27 年 6 月 15 日） >

- ・ ALOS-2/PALSAR-2 SAR 干渉解析による口永良部島の地殻変動について（気象研究所）
- ・ PALSAR-2 および PALSAR の SAR 干渉解析による口永良部島の地殻変動（防災科学技術研究所）
- ・ 新岳火口付近の強度画像判読の結果（国土地理院）
- ・ 口永良部島（新岳）の噴火に伴う SAR 干渉解析結果（国土地理院）
- ・ 新岳火口付近の強度画像判読の結果（国土地理院）
- ・ 桜島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 データを使った箱根山周辺における SAR 干渉解析結果（気象研究所）
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 データを使った InSAR 解析結果（温泉地学研究所）
- ・ PALSAR-2/InSAR 解析による箱根山周辺の地殻変動（防災科学技術研究所）
- ・ 大涌谷（箱根山）の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 の強度画像により観測された西之島の地表変化について（気象研究所）
- ・ 西ノ島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 吾妻山の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 阿蘇山の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 干渉解析による霧島山新燃岳火口内の位相変化について（気象研究所）
- ・ PALSAR-2 および Sentinel-1A のデータを用いた SAR 干渉解析による新燃岳（霧島山）火口内の地表変形（防災科学技術研究所）
- ・ 西ノ島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 十勝岳の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 伊豆大島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 三宅島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 硫黄島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 九重山の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 薩摩硫黄島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 諏訪之瀬島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）

- ・ だいち 2 号 (ALOS2) の合成開口レーダー (PALSAR2) 干渉解析結果 (暫定) 雌阿寒岳 (北海道大学)
- ・ だいち 2 号 (ALOS2) の合成開口レーダー (PALSAR2) 干渉解析結果 (暫定) 有珠山 (北海道大学)
- ・ だいち 2 号 (ALOS2) の合成開口レーダー (PALSAR2) 干渉解析結果 (暫定) 北海道駒ヶ岳 (北海道大学)

< 火山噴火予知連絡会拡大幹事会 (平成 27 年 8 月 21 日) >

- ・ ALOS-2/PALSAR-2 SAR 干渉解析による桜島の地殻変動について (気象研究所)
- ・ 桜島における地殻変動の検出について (国土地理院)
- ・ 桜島における地殻変動の検出について (第 3 報) (国土地理院)
- ・ だいち 2 号による桜島の上下・東西方向の地殻変動 (国土地理院)
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 SAR 干渉解析による口永良部島の地殻変動について (気象研究所)
- ・ 口永良部島 (新岳) の噴火に伴う SAR 解析の結果について (国土地理院)

< 第 133 回 火山噴火予知連絡会 (平成 27 年 10 月 21 日) >

- ・ ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた口永良部島における SAR 干渉解析結果 (気象研究所)
- ・ 口永良部島の SAR 干渉解析結果について (国土地理院)
- ・ 阿蘇山の SAR 干渉解析結果について (国土地理院)
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた桜島における SAR 干渉解析結果 (気象研究所)
- ・ 桜島の SAR 干渉解析結果について (国土地理院)
- ・ だいち 2 号による桜島の上下・東西方向の地殻変動 (国土地理院)
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 データを使った箱根山大涌谷周辺における SAR 干渉解析結果 (気象研究所)
- ・ 干渉 SAR 解析による大涌谷の地表面変位 (温泉地学研究所)
- ・ 箱根山の SAR 干渉解析結果について (国土地理院)
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた雌阿寒岳周辺における SAR 干渉解析結果 (気象研究所)
- ・ 雌阿寒岳の SAR 干渉解析結果について (国土地理院)
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた十勝岳周辺における SAR 干渉解析結果 (気象研究所)
- ・ だいち 2 号 (ALOS2) の合成開口レーダー (PALSAR2) 干渉解析結果 (暫定) 十勝岳 (北海道大学)
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 (だいち 2 号) による十勝岳の地殻変動観測 (防災科学技術研究所)
- ・ 十勝岳の SAR 干渉解析結果について (国土地理院)
- ・ 蔵王山の SAR 干渉解析結果について (国土地理院)
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた吾妻山周辺における SAR 干渉解析結果 (気象研究所)
- ・ 吾妻山の SAR 干渉解析結果について (国土地理院)
- ・ 「だいち 2 号」による地殻変動量を基にした球状圧力源モデル (暫定) (国土地理院)
- ・ 草津白根山の SAR 干渉解析結果について (国土地理院)
- ・ 浅間山の SAR 干渉解析結果について (国土地理院)
- ・ 御嶽山の SAR 干渉解析結果について (国土地理院)
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 データを使った西之島における衛星解析結果 (気象研究所)

- ・ ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた霧島山新燃岳及び硫黄山周辺における SAR 干渉解析結果（気象研究所）
- ・ Sentinel-1A および PALSAR-2 データを用いた SAR 干渉解析による新燃岳（霧島山）火口内の地表変形（防災科学技術研究所）
- ・ 霧島山の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 韓国岳の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 伊豆大島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 三宅島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 硫黄島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・ 雲仙岳の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）

< 第 134 回 火山噴火予知連絡会（平成 28 年 2 月 17 日） >

- ・ 干渉 SAR 解析による大涌谷の地表面変位（温泉地学研究所）
- ・ 口永良部島に関する SAR 干渉解析結果（防災科学技術研究所）
- ・ ALOS-2/PALSAR-2 データを使った SAR 干渉解析結果（全国 96 火山）（気象研究所）
- ・ SAR 干渉解析結果について（全国 97 火山）（国土地理院）
- ・ だいち 2 号(ALOS2)の合成開口レーダー(PALSAR2)干渉解析結果（暫定）御嶽山（北海道大学）
- ・ 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）の火山活動に伴う地殻変動の検出について（国土地理院）

## ・研究成果報告

共同研究の参加機関による研究成果票を以下にとりまとめる。

### 研究課題

- ・火山-2701「地殻変動分布の評価への適用手法検討」(国土地理院)
- ・火山-2702「南方諸島方面海底火山の監視の検討」(海上保安庁)
- ・火山-2703「測地観測と結合した火山性地殻変動解析および活動評価」(北海道大学)
- ・火山-2704「ALOS 画像による活火山地形・地質判読とその噴火解析への応用」(東京大学)
- ・火山-2705「合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動の検出」(防災科学技術研究所)
- ・火山-2706「衛星画像による火山噴火時土砂災害に関する情報抽出手法の検討」(土木研究所)
- ・火山-2707「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(北海道地方の火山)」(気象庁)
- ・火山-2708「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(東北地方の火山)」(気象庁)
- ・火山-2709「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(関東中部地方・伊豆諸島等の火山)」  
(気象庁)
- ・火山-2710「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(九州地方の火山)」(気象庁)
- ・火山-2711「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(鹿児島県の火山)」(気象庁)
- ・火山-2712「噴出物の分布や地熱域等の把握及び地形変化検出への利用調査」(気象庁)
- ・火山-2713「航空機及び衛星搭載 SAR による火山の監視と変化抽出について」  
(宇宙航空研究開発機構)
- ・火山-2714「合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動のモニタリング」(産業技術総合研究所)
- ・火山-2715「SAR 干渉解析による箱根火山の火山性地殻変動の検出」(神奈川県温泉地学研究所)
- ・火山-2716「航空機 SAR による火山の監視と変化抽出について」(東京電機大学)

代表研究者 氏名(所属機関)：小林 知勝(国土地理院)

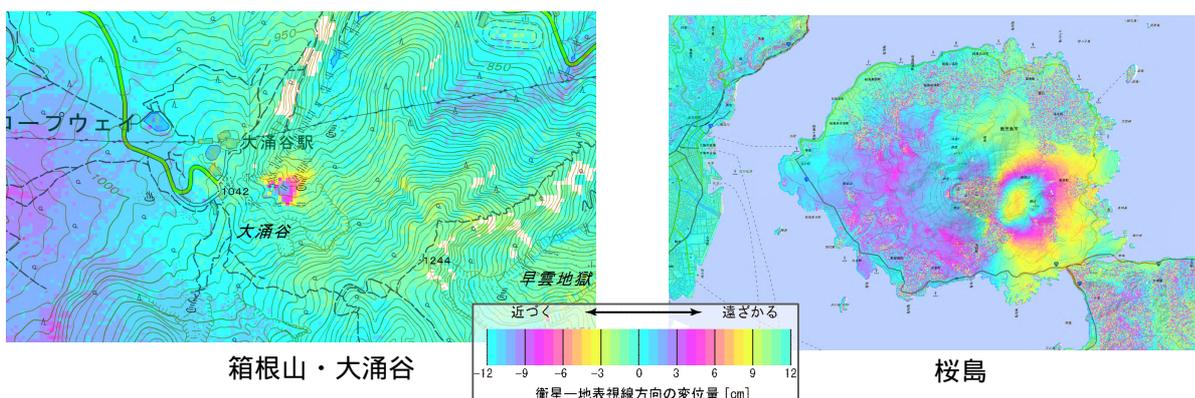
共同研究者 氏名(所属機関)：飛田 幹男、中島 秀敏、矢来 博司、森下 遊、測地部宇宙測地課(和田 弘人、仲井 博之、三浦 優司、山中 雅之、山田 晋也、撈上 泰亮)、測地部機動観測課(上芝 晴香)

課題名称：地殻変動分布の評価への適用手法検討

今年度の成果概要：

火山 WG による観測要求に基づいて観測が実施された 9 火山（箱根山・大涌谷、口永良部島、浅間山、十勝岳、雌阿寒岳、桜島、阿蘇山、霧島山、Calbuco）に対して SAR 干渉解析等を行った。

- ・箱根山・大涌谷： 2015 年 4 月下旬頃からの火山活動の活発化に伴い SAR 干渉解析を行った。火山活動活発化以降のデータ解析から、大涌谷内の直径 200m 程度の狭い範囲で衛星に近づく変動が捉えられた。変位のピークは変動域の南西側に現れ、噴火はそのピーク周辺で発生した。7 月 2 日以降の観測データを用いた解析からは、膨張した領域で収縮性的変動が見られるようになった。
- ・口永良部島： 2015 年 5 月 29 日の噴火に伴い SAR 干渉解析を行った。顕著な地表変位は観測されなかったものの、非干渉領域から、火山灰等の影響による地表の散乱強度変化の領域を抽出した。また、強度画像の比較から、新岳火口付近の地形変化を確認した。
- ・浅間山：2015 年 6 月 16 日の噴火に伴い SAR 干渉解析を行った。ノイズレベルを超えるような変動は見られなかった。
- ・十勝岳： 火山活動の活発化に伴い SAR 干渉解析を行った。62- 火口西側の直径 1km 程度の範囲で最大 12cm 程度の衛星に近づく地殻変動が見られた。
- ・雌阿寒岳： SAR干渉解析により、雌阿寒岳山頂から東南東方向約3kmの地点に、約10ヶ月間で最大12cm程度の衛星に近づく局所的な変動が検出された。雌阿寒岳山頂周辺では、ノイズレベルを超えるような変動は見られなかった。
- ・桜島： 2015 年 8 月 15 日の火山活動の活発化に伴い SAR 干渉解析を行った。南岳山頂火口の東側における最大約 16cm の衛星に近づく変位等が検出された。変動源の位置（水平・深さ）、形状（長さ・幅・走向・傾斜）、開口量について推定を行ったところ、昭和火口直下の海拔下 400m を上端とした北東 - 南西方向の走向を持つやや東傾斜のダイクの開口が推定された。
- ・阿蘇山： 2015 年 9 月 14 日の噴火に伴い SAR 干渉解析を行った。ノイズレベルを超えるような変動は見られなかった。
- ・霧島山： SAR 干渉解析により、えびの高原（硫黄山）にて、火口南側を中心とした直径 300m 程度の範囲で最大 4 cm 程度の衛星に近づく地殻変動が見られた。
- ・Calbuco（チリ）： 2015 年 4 月 22 日の噴火に伴い SAR 干渉解析を行った。解析により、火山体の西側で衛星から遠ざかる最大約 10cm のほぼ同心円状の地表変位が見られた。



成果発表の状況（今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。）：

■火山噴火予知連絡会拡大幹事会（5/29）資料提出： 口永良部島

- ・第132回火山噴火予知連絡会資料： 箱根山・大涌谷、口永良部島
- ・火山噴火予知連絡会拡大幹事会（8/21）資料提出： 桜島、口永良部島
- ・第133回火山噴火予知連絡会資料： 雌阿寒岳、十勝岳、浅間山、箱根山・大涌谷、阿蘇山、桜島、口永良部島

■国土地理院 HP 掲載

- ・箱根山・大涌谷( <http://www.gsi.go.jp/kikakuchousei/bousaichousei/h27-hakoneyama-index.html> )
- ・口永良部島 ( <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h27-kuchinoerabu-index.html> )
- ・桜島 ( <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-sakurajima.html> )  
( <http://www.gsi.go.jp/cais/topic150818-index.html> )
- ・阿蘇山 ( <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h27-asosan.html> )
- ・国内火山 ( 地理院地図 : <http://maps.gsi.go.jp/> )  
( <http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2015-goudou0908.html> )

■国土地理院時報

- ・三浦優司・他、だいち2号を活用した口永良部島新岳噴火に伴う地表変化の検出、国土地理院時報第128集
- ・山田晋也・他、だいち2号 SAR 干渉解析によって検出された箱根山・大涌谷周辺の地表変動、国土地理院時報第128集

■学会発表

- ・矢来博司・他、ALOS-2 干渉 SAR により捉えられた 2015 年箱根山・大涌谷火山活動に伴う地殻変動、日本測地学会第124回講演会
- ・小林知勝・他、ALOS-2 干渉 SAR により捉えられた 2015 年箱根山・大涌谷火山活動に伴う地殻変動、日本火山学会秋季大会
- ・山田 晋也・他、「だいち2号」を利用した 宇宙からの火山活動の監視、平成27年度国土交通省国土技術研究発表会

来年度以降の課題・計画：

引き続き、ALOS-2 による緊急観測が行われた際にデータを入手し、SAR 干渉解析等を行うことにより地殻変動の検出を試みる。地殻変動が検出された場合は、変動源の推定を行う。

日本全国の火山を対象に定常的に SAR 干渉解析を実施し、変動監視を行う。解析結果を必要に応じて火山噴火予知連絡会へ報告する。

ALOS や ALOS-2 のデータを用いて、時系列解析を含めた SAR 干渉解析手法の高度化に関する検討を行い、地殻変動検出の高精度化のための手法の開発を試みる。

その他希望する支援（研修・サポート・ソフトウェア等） 衛星解析グループへの要望：

特になし。

代表研究者 氏名(所属機関)：岩淵 洋(海上保安庁海洋情報部)

共同研究者 氏名(所属機関)：森下泰成、小野智三(海上保安庁海洋情報部)

課題名称：南方諸島方面海底火山の監視の検討

今年度の成果概要：

海底火山監視への衛星データの活用を念頭に以下の検討を実施した。

- 1．光学衛星データの変色水域や火山活動の検知能力の検証
- 2．CIRC の赤外線画像を用いた西之島の活動状況把握の検討
- 3．PALSAR-2 の SAR 画像を用いた火山活動状況把握及び変色水域等の識別の可否についての検討
- 4．西之島火山以外の海域火山においての変色水域や軽石等の浮流物の識別の可否についての検討

1．2015 年 1 月 1 日～2016 年 2 月 16 日の期間で、海徳海山、噴火浅根及び福德岡ノ場の 3 海域において Landsat-8、Geoeye-1 及び WorldView3 のデータを用いて、変色水域の検知能力を検証した。

1 - 海徳海山における変色水域の検知能力の検証

衛星データは、撮影機会が 26 回あり、うち 14 回は天候等の影響がなく撮影することができた。衛星データからは変色水域の発生する事象は認められず、また航空機による観測でも当該事象は認められなかった。なお、当該期間の航空機による調査は 2 回実施した。

1 - 噴火浅根における変色水域の検知能力の検証

衛星データは、撮影機会が 53 回あり、撮影に成功した計 21 回のうち、9 回は変色水域が確認することができ、12 回は変色水域を認めなかった。

2015 年 8 月 17 日の衛星データでは変色水域を確認し、同日に実施した航空機による観測と同じ結果であった。なお、当該期間の航空機による調査は 2 回実施した。

1 - 福德岡ノ場における変色水域の検知能力の検証

衛星データは、撮影機会が 26 回あり、撮影に成功した計 13 回のうち、10 回は変色水域を確認することができ、3 回は変色水域を認めなかった。

衛星データで変色水域を認めなかった 2015 年 8 月 17 日では、航空機による観測でも同様に変色水域を認めていない。なお、当該期間の航空機による調査は 9 回実施した。

結果

噴火浅根及び福德岡ノ場では、衛星により変色水域を確認することができた。また、衛星データと同日の航空機による観測データをグラウンドトゥールースとして比較した結果、両者は調和的であった。

問題点としては、天候不良による撮影失敗率が海徳海山で約 46%、噴火浅根で約 62%、福德岡ノ場で 50%と高く、撮影成功には天候条件が非常に厳しいことが分かった。ただし、噴火浅根等の本邦から遠方の場所を航空機により年間 13～21 回も観測することは困難であり、天候条件が厳しくとも本手法が有効な監視観測手段であることがわかった。

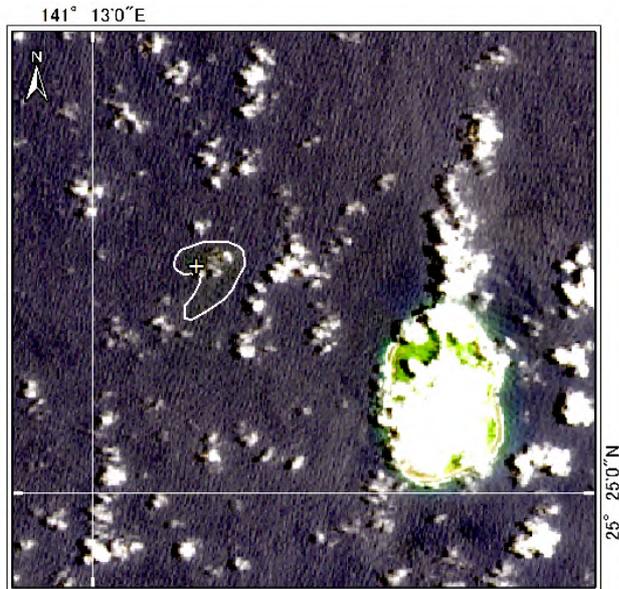


図1 噴火浅根 2015年6月30日 09:59撮影

The source data was downloaded from AIST's Landsat-8 Data Immediate Release Site, Japan( <http://landsat8.geogrid.org/> ). Landsat 8 data courtesy of the U.S. Geological Survey.

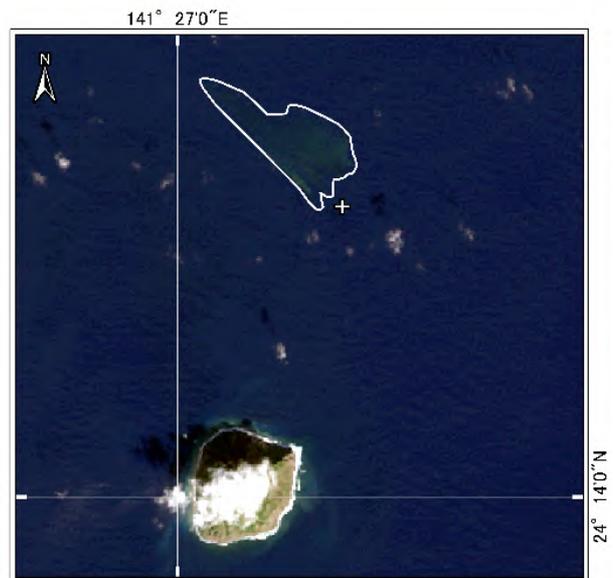


図2 福德岡ノ場 2015年11月21日 10:00撮影

The source data was downloaded from AIST's Landsat-8 Data Immediate Release Site, Japan( <http://landsat8.geogrid.org/> ). Landsat 8 data courtesy of the U.S. Geological Survey.

2. CIRCの赤外線画像を用いた、西之島火山の活動度の把握の可否について検討した。

## 2- 活動状況の把握

当該期間では30回の撮影機会があり、そのうち撮影ができたのは9回であった。

これら9回のCIRCデータと航空機による熱計測結果を比較検討した。

## 結果

CIRCデータによる西之島の温度分布状況を把握できることがわかった。

航空機による熱計測結果と比較すると、それぞれ温度分布状況に矛盾がないことがわかった。特に、溶岩流が分離している場所については識別することができ(図3及び4) また活動度が低下した12月には、西之島全体の温度が一様に低下していることが把握できた(図5)。

CIRCデータと比較できる航空機による熱計測データが蓄積されることにより、高精度な活動度の判定ができるようになると思慮される。

また、CIRC自体の空間分解能が向上すれば、より詳細な温度分布の状況把握ができるようになる。

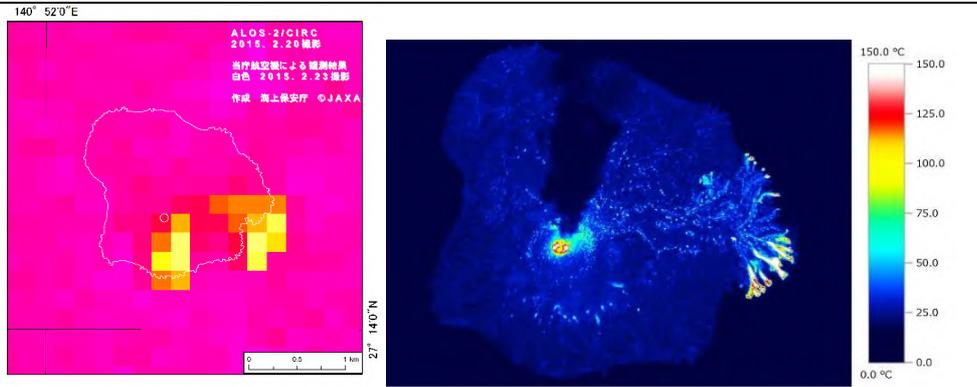


図3 左：CIRC画像 2015年2月20日 01:21撮影  
右：航空機熱画像（TEST0-890）2015年2月23日12:22撮影

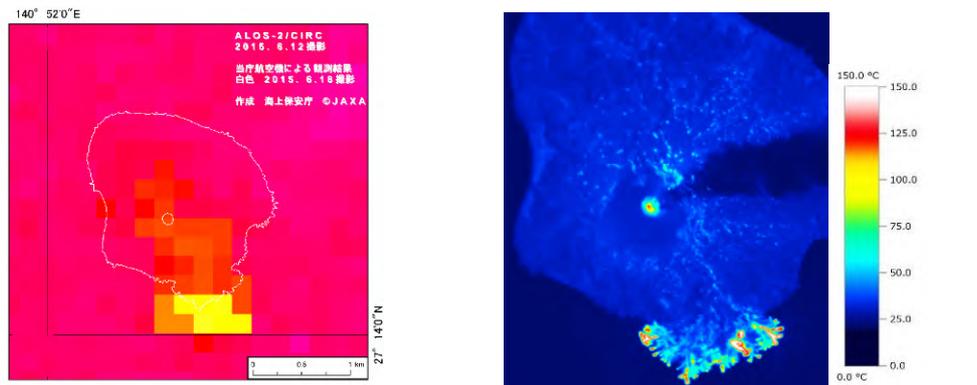


図4 左：CIRC画像 2015年6月12日 01:21撮影  
右：航空機熱画像（TEST0-890）2015年6月18日 12:02撮影

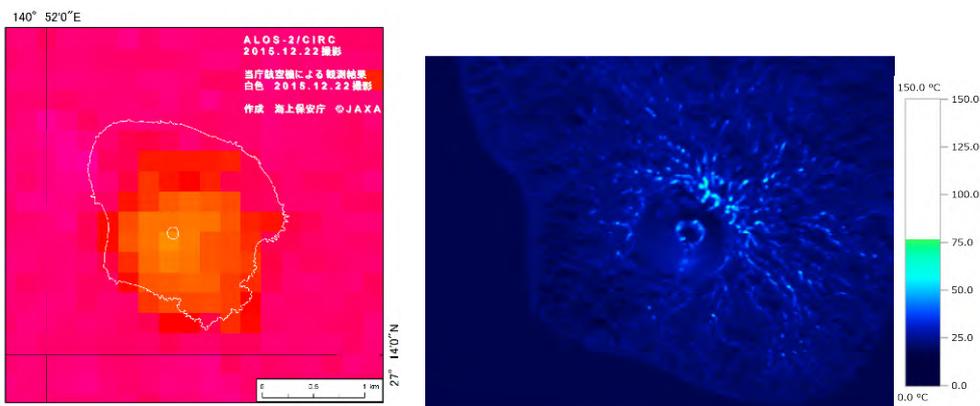


図5 左：CIRC画像 2015年12月22日 11:52撮影  
右：航空機熱画像（TEST0-890）2015年12月22日14:03撮影

3．西之島において PALSAR-2 の SAR 画像を用いた火山活動状況把握及び変色水域等の識別の可否についての検討。

結果

当該期間では実施しなかった。

4．西之島火山以外の海域火山においての変色水域や軽石等の浮流物の識別の可否についての検討。

結果

当該期間に当該事象は発生しなかった。

成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

今年度はなし。

来年度以降の課題・計画:

来年度も今年度に引き続き本研究を継続するとともに、PALSAR-2のSARデータの解析や応用手法について検討を行う。

また、機会があれば噴火に伴う出現した新島の計測及び軽石を伴う変色水域の計測等の手法やその有効性についても検討をしたい。

さらに、CIRCのデータの監視観測への活用も検討する。

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

PALSAR-2の撮像スケジュール及び条件が許される限り、要望シーン数の提供を希望する。

代表研究者 氏名(所属機関): 大島弘光(北海道大学大学院地震火山研究観測センター)

共同研究者 氏名(所属機関): 村上亮(北海道大学大学院地震火山研究観測センター) 森濟(北海道大学大学院地震火山研究観測センター) 古屋正人(北海道大学大学院理学研究院自然史科学部門)

課題名称: 測地観測との結合による火山性地殻変動解析および制約火山の火山活動評価

今年度の成果概要:

## 1. 目的

北海道の活動的火山は、積雪等の苛刻な環境や、インフラ整備率の低さなど、地上観測には多くの制約があり、北方領土四島の火山に至っては、アクセス自体が非常に困難である。本研究では、リモート性に優れた衛星データを利用し、これらの火山を対象に干渉 SAR 解析のり地殻変動の検出を試みる。また、地上測地観測網の整備された火山では GPS・水準測量などのデータを合わせ総合的な地殻変動解析を行う。なお、北海道以外の火山が活動的になった場合は、それらの火山の解析も実施する。

## 2. 解析結果

### (1) 有珠山

ALOS2 が西方上空から観測した 2014/10-2015/04 のデータ(北行軌道,右観測,オフナディア角 38.2°)を利用して干渉解析を実施した。無雪期であり、比較的良好な干渉が得られた。有珠山の周辺では、火口原内、昭和新山で沈降を示唆する位相変化がみられる。ALOS による 2006/09-2008/09 の干渉結果には明瞭に現れていた 2000 年活動域の沈降は、最新結果では見られなかった。これら以外には、火山活動に係ると思われる顕著な位相変化はない。

### (2) 北海道駒ヶ岳

ALOS2 が西方上空から観測した 2014/10-2015/4 のデータ(北行軌道,右観測,オフナディア角 38.2°)を利用して干渉解析を実施した。ほぼ無雪期であり、比較的良好な干渉が得られた。火山活動に係ると思われる顕著な位相変化はない。

### (3) 雌阿寒岳

ALOS2 が西方上空から観測した 2014/9-2015/6 のデータ(北行軌道,右観測,オフナディア角 29.1°)を利用して干渉解析を実施した。無雪期であり、比較的良好な干渉が得られた。ポンマチネシリ火口北部で幅約 100m 東西の広がり約 500 m の領域で、局所的な位相変化が見られた。変化の最も大きい場所は火口縁の東斜面で、位相が約 4 ラジアン減少している。位相変化が地盤変動に起因する場合は、変動によって衛星からの距離が約 8 cm 減少したことに相当する。位相変化の原因を確定するためには、独立のペアによる検証が必要である。

### (4) 十勝岳

ALOS2 が西上空から観測した 2014/8/30-2015/8/15 (VV,南行軌道,左観測,オフナディア角 35.4 度)と 2015/05/28-2015/07/23 (HH,南行軌道,左観測,オフナディア角 40.6 度)のデータを利用して干渉解析を実施した。ほぼ無雪期のデータであり、良好な干渉が得られた。62-II 火口周辺では、GNSS 観測によって 2015 年夏頃からの膨張を示唆する変動が報告されているが(気象庁)、干渉 SAR でも、観測期間中に 62-II 周辺の膨張性の地殻変動(衛星の視線方向の距離変化約 10 cm)が確認された。変動パターンからは、表層近くのブロック運動的な土砂移動の兆候があるようには見えない。

### (5) 御嶽山

LOS2 が西上空から観測した 2014/09/28-2015/07/19 (南行軌道,左観測,オフナディア角 46.4 度), 2014/10/03-2015/11/13 (北行軌道,右観測,オフナディア角 32.4 度)および 2015/06/12-2015/11/13 (北行軌道,右観測,オフナディア角 32.4 度)のデータを利用して干渉解析を実施した。ほぼ無雪期のデ

ータであり、良好な干渉が得られた。御嶽山山頂付近では、噴火後、一貫して山頂浅部を中心とする収縮を示唆する地殻変動が続いており、平均 2-4 cm/月の衛星方向への距離伸長が観測された。

2014/10/03-2015/11/13 のペアに対して実施した、半無限媒質内球状圧力源モデルのフィッティング結果によれば、山頂直下約 450m における  $3.5 \times 10^5 \text{m}^3$  の収縮源で変動の説明が可能である。

### 3. まとめ

道内の活火山である、有珠山、雌阿寒岳、北海道駒ヶ岳、及び十勝岳、並びに道外の御嶽山について、ALOS2 の InSAR 解析を実施した。十勝岳と御嶽山については、地殻変動が検出された。御嶽山の変動メカニズムおよび収縮規模について推定した。地殻変動の有無の確認と、変動のメカニズム推定に果たす InSAR の役割が実証された。なお、他のペアも解析したが、十勝岳では積雪による干渉性低下の影響が大きく、今後は、データの蓄積を待って、PS 法などの適用を試みる必要がある。

成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい.):

第 132 回火山噴火予知連絡会

第 133 回火山噴火予知連絡会

第 134 回火山噴火予知連絡会

地球惑星科学連合大会

課題名：高山地帯を含む北海道の冬季の ALOS2-PALSAR2 干渉解析: 十勝岳周辺の場合

来年度以降の課題・計画:

H27 年度に引き続き、十勝岳では、新たなデータの干渉解析結果と、これまでの観測結果を加味し、進行している地殻変動について検討する。雌阿寒岳、樽前山、有珠山、駒ヶ岳についても解析を継続する。さらに、国内外の火山が顕著な活動を示し、データが得られた場合は、解析を実施し、変動のモデル化を試みる。

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

支援については、特にないが、今後の高緯度地域火山についての観測計画について、希望を述べる。北海道火山の、冬季の観測データが不足している。現行の火山観測シナリオは、衛星資源の有効利用と他のミッションへの影響の排除に配慮した、衛星解析グループによる綿密な検討結果を反映したものであり、十分合理性があると理解している。

ただし、ALOS2 には、将来ミッションのシーズ開拓という使命も存在するはずであり、今後、これまでの実績を踏まえて、JAXA において将来の観測プランを見直す機会が持たれる場合は、将来への挑戦の観点から、北海道の高標高火山、例えば十勝岳などに対象を絞った冬季のデータの高頻度観測を実施し、PS 法や、新しい手法の試行が可能となるデータセットの取得をご検討いただきたい。

代表研究者 氏名(所属機関):金子 隆之(東京大学地震研究所)

共同研究者 氏名(所属機関):安田敦(東京大学地震研究所), 青木陽介(東京大学地震研究所)

課題名称: ALOS 画像による活火山地形・地質判読とその噴火解析への応用

今年度の成果概要:

今年度は西之島の活動を MODIS の赤外画像を使って観測した。西之島は 2013 年 11 月下旬以降活発な活動を続け、これを反映して高い熱異常を示し続けて来た。しかし、2015 年 9 月下旬から一様に熱異常が低下傾向を示すようになり、12 月の初めにはほぼバックグラウンドのレベルまで低下した。それ以降、現在(2016 年 2 月 2 日)まで、画像上では微弱な熱異常が認められるものの、そのレベルはバックグラウンドと同等となっている。このような低下現象はこれまでになく、西之島の活動が終息に向かっていることを示すと考えられる。

2015 年 6 月に発生したラウン火山の噴火の解析を行った(2015 年夏期噴火と仮称)。ラウン火山はインドネシア、ジャワ島の東端部に位置する標高 3332m の大型成層火山で、山頂部に直径約 2 km のカルデラがある。本火山は有史以来 50 回を超える噴火がある等、インドネシアで最も活発な火山の一つとされている。2015 年夏期噴火に先行して、2014 年から 2015 年 1 月にかけて小規模な活動があった。ラウン火山のカルデラは地形的に三宅島の 2000 年カルデラに酷似しており、今後の三宅島の活動の特徴を探る上でも重要と考えられる。本解析では高分解能画像として、Landsat-8 /OLI, SPOT6/7, WorldView-1/2/3, GeoEye-1 等を利用した。後者 2 つはパンクロマティックバンドの分解能が 50 cm 程度と極めて高く、航空機による空中写真と同等の分解能をもつ。ラウン火山のカルデラ底の直径は 1500m で、噴火前の画像では中心やや東側に基部直径 600m、比高 50m の火砕丘が認められる。この火砕丘には直径 500m の火口があり、2014-15 年の活動による溶岩が、この北側から北北西に向かって流れて出ている(噴出は 1 月と推定される)。2015 年夏期噴火は 同年 6 月下旬に始まり、まず地形的に低いカルデラ底南西部に溶岩が流れ込んだ(6 月 25 日 Landsat-8/Oli)。溶岩流の流入域は次第に東から北側へと移り、7 月 8 日の画像(SPOT6)では、カルデラ底の 2/3 程度の領域が溶岩に被覆されているのが確認される。溶岩の噴出と並行して火砕丘も高さを増した。この後、地形的に高い東側にも溶岩が流入すると同時に、溶岩層全体の厚さが増し、部分的に露出していた 2015 年 1 月溶岩も完全に新しい溶岩中に埋没した。8 月 6 日の画像では、弓状の皺をもつ溶岩が、新しい溶岩の上を北側に広がると同時に、東側にも回り込み、カルデラ底東部も埋め尽くしたことが確認される。この後、活動は急速に低下し、8 月 23 日には噴煙も含め活動はほとんど見られなくなった。また、8 月 12 日と 23 日の間に、火砕丘の北側が陥没したことが確認される。これはマグマのドレインバックによると考えられる。ラウン火山 2015 年夏期噴火は、現地情報及びこれらの画像解析から、ストロンボリ式噴泉を伴う溶岩流噴出中心の活動であったと考えられる。SRTM の地形データとの比較から、総噴出量は  $5.3 \times 10^7 \text{ m}^3$ 、平均噴出率は  $9.5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{day}$  と概算できる(平均層厚 30m)。この噴出量は西之島の 1/3 程度であるが、平均噴出率は 5 倍近くに及ぶ。この噴火で発生した溶岩は基本的には simple flow に近く、compound flow は周辺部に限られる。このことは溶岩の粘性に加え、高い噴出率に関係があるのかもしれない。

成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

MODIS 赤外画像による西之島の熱異常の変動 :2013-16年. 第134回火山噴火予知連絡会

MODIS 赤外画像による西之島の熱異常の変動(2015年). 予知連HPへの報告

来年度以降の課題・計画:

H28年度は, GCOM-C/SGLI のシステムの運用に向けた改良とサーバシステムの運用準備を進める. 一方で, ラング火山に加え, 東アジア域内の他の噴火事例について, ALOS-2 等の高分解能画像を用いた推移解析を重ねる.

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

なし.

代表研究者 氏名(所属機関)： 宮城 洋介(防災科学技術研究所)

共同研究者 氏名(所属機関)： 小澤 拓(防災科学技術研究所)

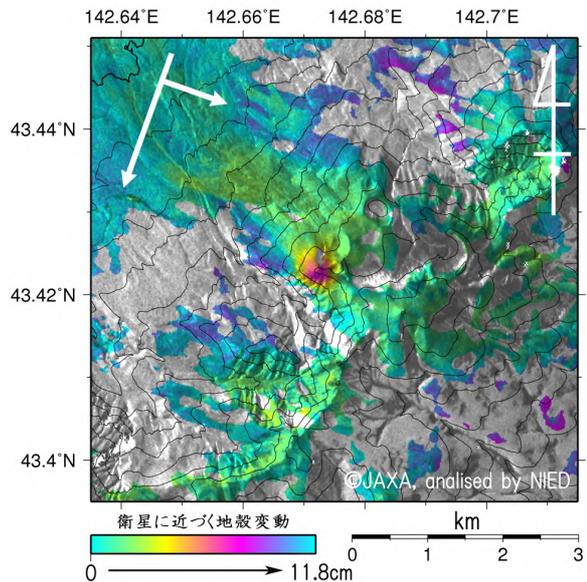
課題名称： 合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動の検出

今年度の成果概要：

十勝岳の地殻変動

ALOS-2/PALSAR-2 の観測により、十勝岳山頂近傍(62-2 火口西側)を中心とする局所的な地殻変動が検出された(第 1 図)。東側から観測した TerraSAR-X の結果も考慮すると、隆起を含む山体の膨張を示す地殻変動が起こったと考えられる。変動中心近傍(前十勝)に設置してある GNSS(北海道立地質研究所)連続観測点によると、2006 年 8 月以降緩やかに膨張を続け、2015 年 5 月から膨張レートが大きくなっており、本結果と調和的である。なおこれ以降の短期間の干渉画像には特に変動は見られていない。変動源は地形を考慮に入れると山頂から深さ 300m 程度に推定される。

2015/5/28-2015/7/23

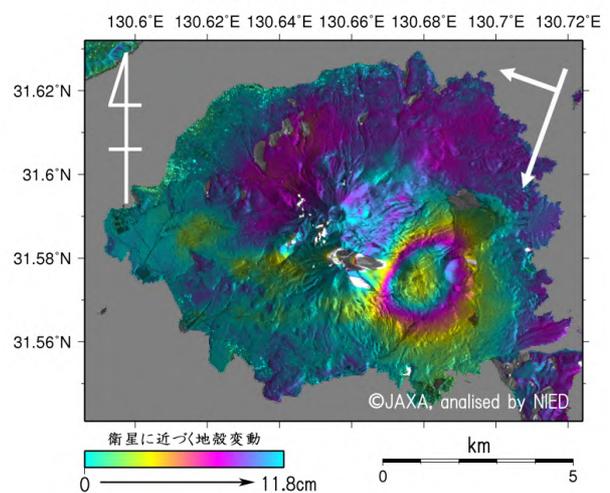


第 1 図. 十勝岳山頂近傍で検出された地殻変動.

桜島の地殻変動

ALOS-2/PALSAR-2 により、桜島昭和火口東側を中心とする非常に大きな地殻変動が検出された(第 2 図)。この前後のペア(例えば 2015/6/1-8/10, 2015/8/10-9/7)には顕著な変化が見られないことから、8/15 前後の短期間で起こった地殻変動であると考えられる。東西両方向から得られた変動パターンから、球状ではなくダイク状の変動源が考えられる。Okada[1985]を使ったモデリングにより、昭和火口地下約 1km にダイクが貫入したと推定される。波長の短い X-band SAR(例えば COSMO-SkyMed)の干渉画像と比較して、島全体の coherence が高い。

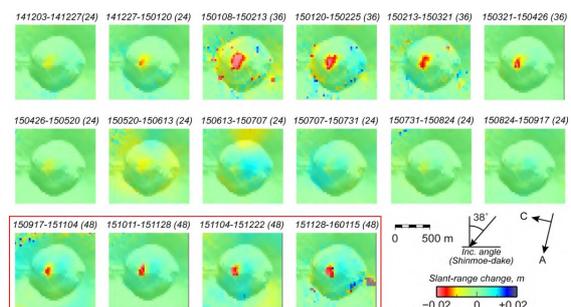
2015/8/10-2015/8/24



第 2 図. 桜島昭和火口東側を中心とする地殻変動.

霧島山新燃岳の地殻変動

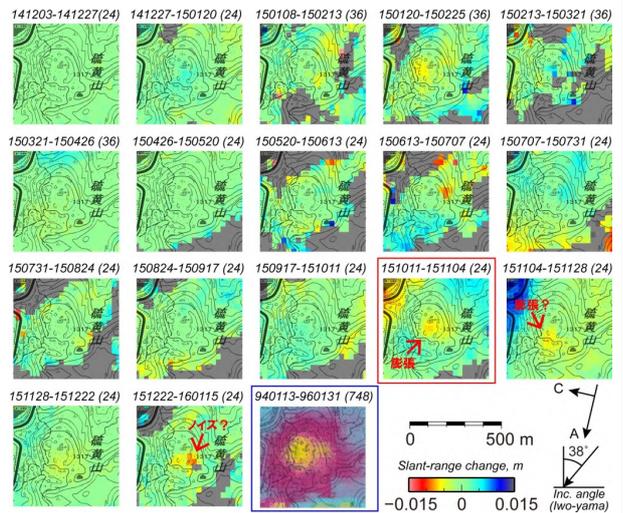
欧州宇宙機関(ESA)の C-band SAR 衛星 Sentinel-1A により、霧島山新燃岳火口内の様子をモニタリングした。2011 年噴火以降に継続的に見られていた火口内容岩の増加は、2016 年 1 月にも見られるが(第 3 図)、増加レートは極めて小さくなった(6-8m<sup>3</sup>/日程度)。



第 3 図. 霧島山新燃岳火口内の地殻変動.

### 霧島山(えびの高原)硫黄山の地殻変動

同じく Sentinel-1A により、えびの高原硫黄山近傍に地殻変動と思しきパターンが検出された(第 4 図)。2015 年 10 月 11 日と 2015 年 11 月 4 日のペアに、膨張もしくは東進を示す地殻変動が、硫黄山付近を中心とする直径 200-300m の範囲で見られた(第 4 図中赤枠)。最大の変化量は 1cm 程度であり、この変化分布は、小澤ほか(火山, 2003)が示した 1990 年代の収縮変化の分布と類似している(第 4 図青枠)。2015 年 11 月 4 日と 2015 年 11 月 28 日のペアにおいても同様のスラントレンジ短縮変化が見られるが、変動の中心が若干南にずれているように見える。なおこのような変化は、2015 年 10 月 11 日以前の InSAR 解析結果には見られない。



第 4 図. 霧島山硫黄山近傍で検出された地殻変動

成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

防災科学技術研究所, PALSAR-2/InSAR 解析による箱根山周辺の地殻変動, 第 132 回火山噴火予知連絡会

防災科学技術研究所, PALSAR-2 および Sentinel-1A のデータを用いた SAR 干渉解析による新燃岳(霧島山)火口内の地表変形, 第 132 回火山噴火予知連絡会

防災科学技術研究所, PALSAR-2 および PALSAR の SAR 干渉解析による口永良部島の地殻変動, 第 132 回火山噴火予知連絡会

防災科学技術研究所, ALOS-2/PALSAR-2(だいち 2 号)による十勝岳の地殻変動観測, 第 133 回火山噴火予知連絡会

防災科学技術研究所, Sentinel-1A および PALSAR-2 データを用いた SAR 干渉解析による新燃岳(霧島山)火口内の地表変形, 第 133 回噴火予知連絡会

防災科学技術研究所, Sentinel-1A/InSAR による霧島山周辺の地表変形, 第 134 回火山噴火予知連絡会

来年度以降の課題・計画:

主に、火山活動が活発化した火山もしくは活発化が懸念される火山を対象として、各種 SAR データを用いた地殻変動検出を試みる。国内のいくつかの火山については、防災科研の現地観測点があるので、現地観測データとの比較も行う。

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

特になし。

代表研究者 氏名(所属機関)： 泉山 寛明(国立研究開発法人 土木研究所)

共同研究者 氏名(所属機関)： 清水 孝一・藤村 直樹・高橋 佑弥(国立研究開発法人 土木研究所)

課題名称：衛星画像による火山噴火時土砂災害に関する情報抽出手法の検討

今年度の成果概要：

1. 2015 年 6 月末に箱根山が噴火したことを受け、以後の土石流発生の可能性について砂防部局で現地調査(ヘリ調査)を行った。その際、他機関で実施されていた InSAR 等の解析結果より、大涌谷周辺で変位が見られるという情報があったことから、土石流発生 の 要 因 となる火山灰の堆積が想定されたため大涌谷周辺の調査を重点的に行った(表-1)。調査の結果、大涌谷に火山灰の堆積が認められた。ただしその絶対量は小さく土石流発生 の 危 険 性 は 小 さ い と 判 断 し、その旨を神奈川県および関東地方整備局に報告した。

調査実施時には煙が立ち上り、目視による確認がやや困難であったことと、短時間で広範囲の調査を行う必要があったところ、事前に共有された解析結果が調査箇所の絞り込み等効率的な調査の実施に寄与した。

表-1 箱根山噴火から現地調査までの経緯

日時	砂防関係部局	SAR解析の共有	その他
6月29日～30日			噴火
		・位相の変化 ・コヒーレンスの低下	
7月13日	ヘリ調査1回目		
		・有意な変動あり ・大涌谷駅周辺で何らかの事象が発生している	
7月30日	ヘリ調査2回目(同行)		

2. 土砂災害防止法に則った緊急調査の着手条件の一つに 1 cm 以上の火山灰の堆積が設定されている。噴火直後は立ち入りが難しいため、SAR により堆積厚を判定することが望まれる。同時に土壌含水率が判明すれば土石流発生 の 可 能 性 を ある 程 度 知 る 可 が でき る。JAXA および九州地方整備局は今年度、これらを SAR によって解析する実験を行っているが、本所も本実験に参画した。本所では主に衛星画像取得時および降雨後の土壌含水率の状態を把握することに重きを置いて含水率測定実験を行った。測定は火山灰を敷設した3箇所のうち火山灰を 40 cm 敷設させた区画(30 m × 30 m)について行った。図-1 に示すように、含水率は衛星画像取得時および降雨後ともに、調査区画内においてほぼ同様であった。またかく乱で採取した試料について土質試験(含水率、粒度、透水係数)を実施した結果、含水率は現地調査時とほぼ同様であった。今後、衛星画像の解析を行う際の有用な情報を得ることができた。

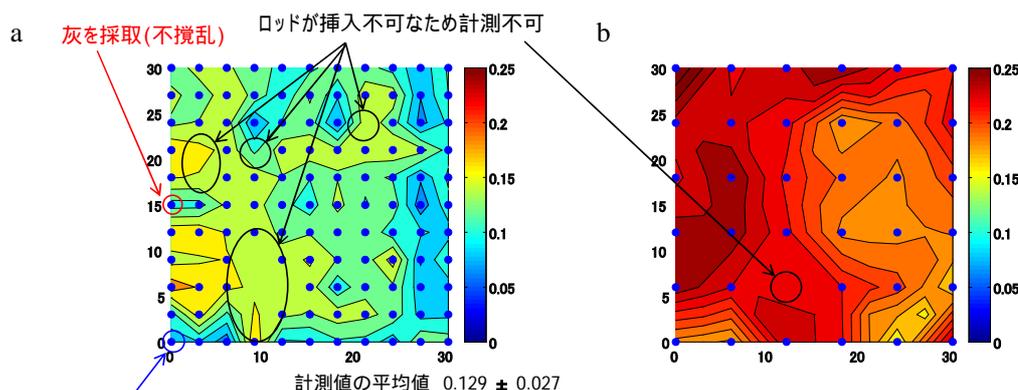


図-1 含水率分布 (a: 衛星画像取得時 11 / 16, b: 降雨後 11/17)

成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

来年度以降の課題・計画:

今年度と同様に、火山噴火後の土砂災害に関する情報抽出手法として、合成開口レーダの画像の活用方法について検討する予定である。

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

代表研究者 氏名(所属機関)： 小泉 岳司

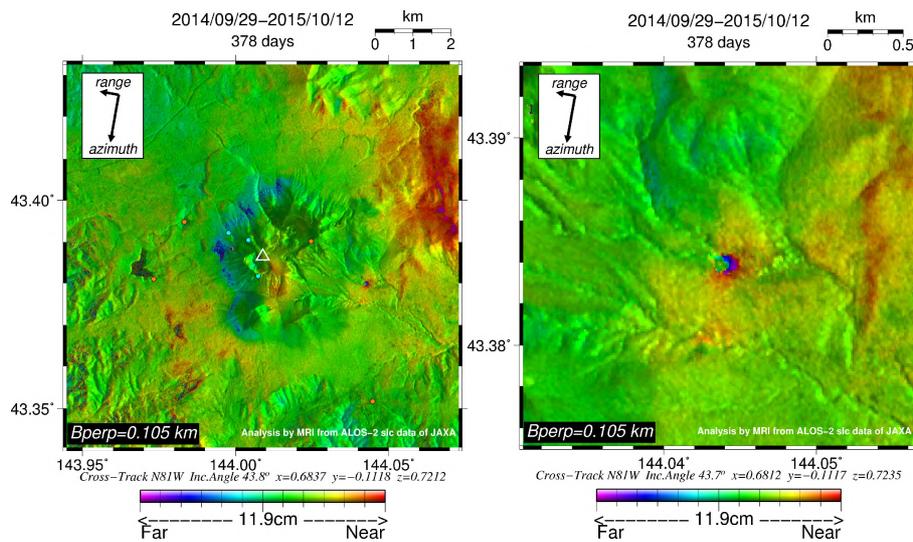
共同研究者 氏名(所属機関)：

地震火山部火山課，気象研究所，札幌管区气象台

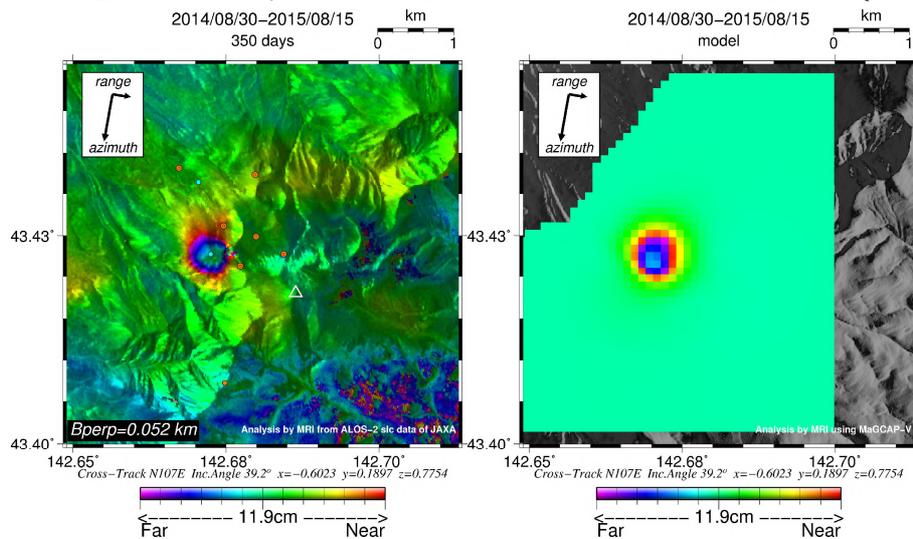
課題名称： SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討（北海道地方の火山）

今年度の成果概要：

- 北海道地方の活火山（20 火山）及び北方領土の活火山（11 火山）について，冬期間のデータを除いた差分干渉解析を行った。
- 雌阿寒岳の山頂から 2-3km 東の局所的な場所（白水沢ボッケ）において，衛星視線方向短縮の位相変化が検出された（左図及び右図（拡大図））。



- 十勝岳の 62-2 火口周辺において，2015 年夏までのペアで衛星視線方向短縮の位相変化が検出された（左図）。MaGCAP-V による圧力源推定を行った結果，62-2 火口直下の標高 1200m に開口量 3m のシル状圧力源を仮定することで，干渉縞の説明が可能であることが分かった（右図）。



成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

- ・ 気象研究所,ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた雌阿寒岳周辺における SAR 干渉解析結果,第 133 回火山噴火予知連絡会(2015/10/21)。
- ・ 気象研究所,ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた十勝岳周辺における SAR 干渉解析結果,第 133 回火山噴火予知連絡会(2015/10/21)。
- ・ 気象研究所,ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた北海道地方の活火山周辺の SAR 干渉解析結果,第 134 回火山噴火予知連絡会(2016/02/17)。
- ・ 気象研究所,ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた北方四島の活火山周辺の SAR 干渉解析結果,第 134 回火山噴火予知連絡会(2016/02/17)。

来年度以降の課題・計画:

- ・ 引き続き,北海道地方の活火山について解析を進め,火山活動に伴う地殻変動の検出を試みる。

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

- ・ 積雪時期の干渉処理は困難なため,冬期間を除いた観測機会を引き続き希望する。

代表研究者 氏名(所属機関): 小泉 岳司

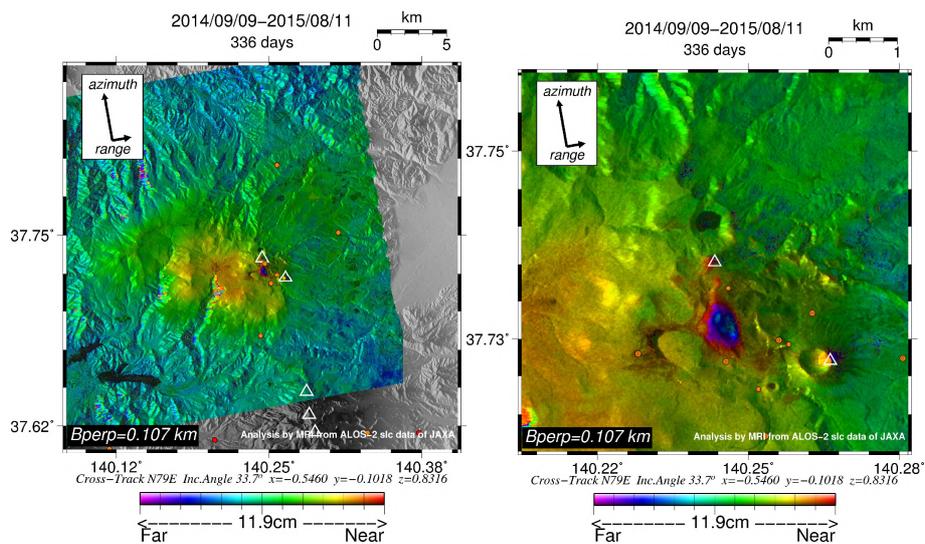
共同研究者 氏名(所属機関):

地震火山部火山課, 気象研究所, 仙台管区气象台

課題名称: SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (東北地方の火山)

今年度の成果概要:

- ・ 東北地方の活火山 (18 火山) について, 冬期間のデータを除いた差分干渉解析を行った .
- ・ 吾妻山山頂の西側山腹において, 約 1 年間の長期ペアで, 衛星視線方向短縮の位相変化が検出された (左図). また, 吾妻山の大穴火口周辺において, 衛星視線方向短縮の局所的な位相変化が検出された (右図).



成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた吾妻山周辺における SAR 干渉解析結果, 第 133 回火山噴火予知連絡会 (2015/10/21) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた東北地方の活火山周辺の SAR 干渉解析結果, 第 134 回火山噴火予知連絡会 (2016/02/17) .

来年度以降の課題・計画:

- ・ 引き続き, 東北地方の活火山について解析を進め, 火山活動に伴う地殻変動の検出を試みる .

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

- ・ 積雪時期の干渉処理は困難なため, 冬期間を除いた観測機会を引き続き希望する .

代表研究者 氏名(所属機関)： 小泉 岳司

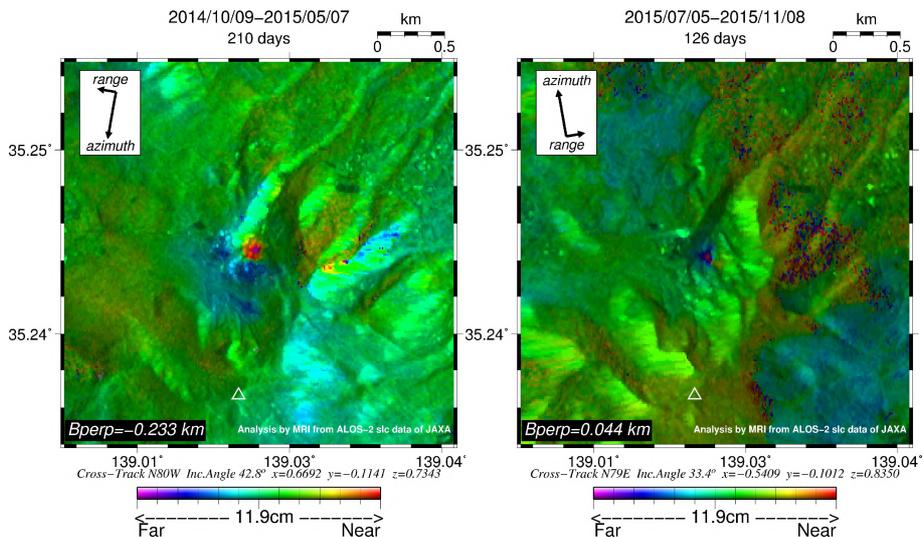
共同研究者 氏名(所属機関)：

地震火山部火山課，気象研究所

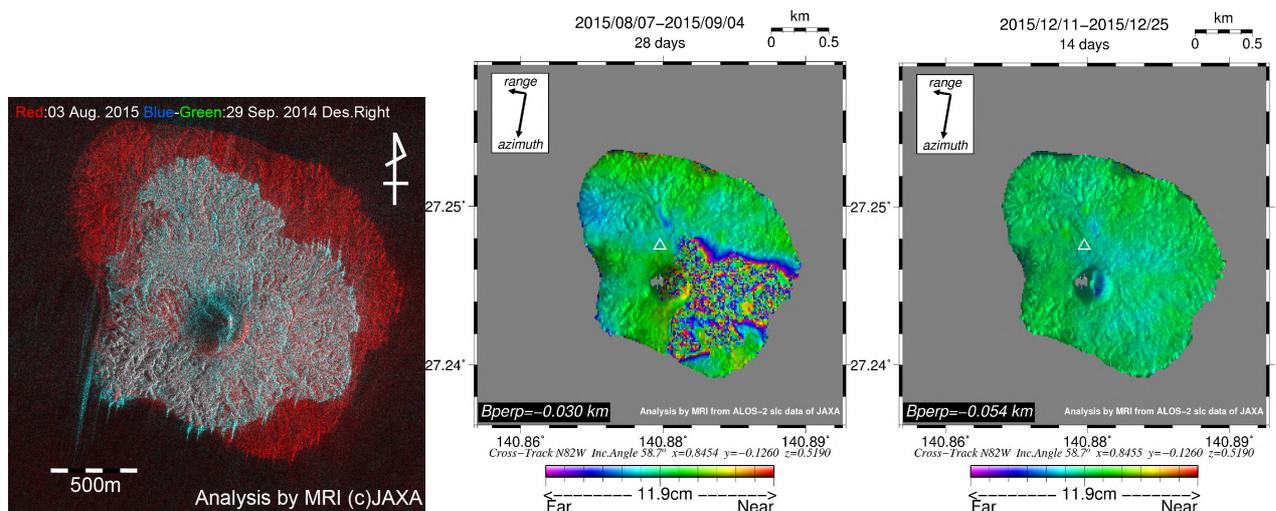
課題名称： SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討（関東中部地方・伊豆諸島等の火山）

今年度の成果概要：

- ・ 関東中部地方の活火山（19 火山），伊豆諸島の活火山（10 火山）及び島根県の活火山（1 火山）について，冬期間のデータを除いた差分干渉解析を行った．
- ・ 箱根山の大涌谷周辺において，火山活動に伴う衛星視線方向短縮の局所的な位相変化を検出した（左図）．また，2015 年 6 月の噴火以降のペアでは，衛星視線方向伸張の位相変化が検出された（右図）．



- ・ 西之島の強度画像の比較の結果，約 1 年間で南西を除く全方位に陸域の拡大があり，面積が約 2 倍になったことが分かった（左図）．また，差分干渉解析の結果，溶岩の流下経路と考えられる非干渉領域に沿って，衛星視線方向伸張の位相変化が検出されていることが分かった（中図）．さらに，最近のペアでは，非干渉領域はほとんどなく，全面的に干渉していることが分かった（右図）．



成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 の強度画像により観測された西之島の地表変化について, 第 132 回火山噴火予知連絡会 (2015/06/15) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った箱根山大涌谷周辺における SAR 干渉解析結果, 第 133 回火山噴火予知連絡会 (2015/10/21) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った西之島における衛星解析結果, 第 133 回火山噴火予知連絡会 (2015/10/21) .
- ・ 安藤忍・福井敬一, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島の衛星画像解析, 日本火山学会 2015 年度秋季大会 (2015/09/28-30) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた関東・中部地方, 伊豆・小笠原諸島及び中国地方の活火山周辺の SAR 干渉解析結果, 第 134 回火山噴火予知連絡会 (2016/02/17) .

来年度以降の課題・計画:

- ・ 引き続き, 関東・中部地方, 伊豆・小笠原諸島, 中国地方の活火山について解析を進め, 火山活動に伴う地殻変動の検出を試みる .

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

- ・ 関東・中部地方及び中国地方の活火山については, 積雪時期の干渉処理は困難なため, 冬期間を除いた観測機会を引き続き希望する .

代表研究者 氏名(所属機関): 小泉 岳司

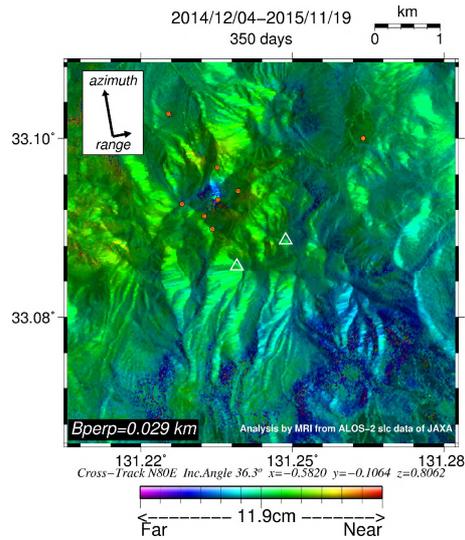
共同研究者 氏名(所属機関):

地震火山部火山課, 気象研究所, 福岡管区气象台

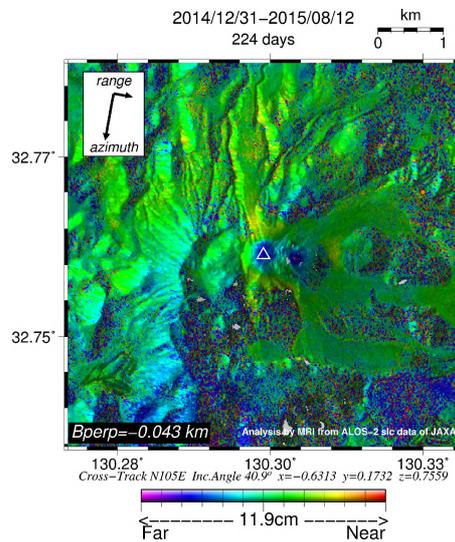
課題名称: SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (九州地方の火山)

今年度の成果概要:

- 九州地方の活火山 (鹿児島を除く 7 火山) について, 差分干渉解析を行った .
- 九重山の星生山付近において, 長期ペアで, 衛星視線方向伸張の位相変化が検出された .



- 雲仙岳の平成新山周辺の溶岩ドームにおいて, 衛星視線方向伸張の位相変化が検出された .



成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた九州地方の活火山周辺の SAR 干渉解析結果, 第 134 回火山噴火予知連絡会 (2016/02/17).

来年度以降の課題・計画:

- ・ 引き続き, 九州地方の活火山について解析を進め, 火山活動に伴う地殻変動の検出を試みる.

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

代表研究者 氏名(所属機関)： 小泉 岳司

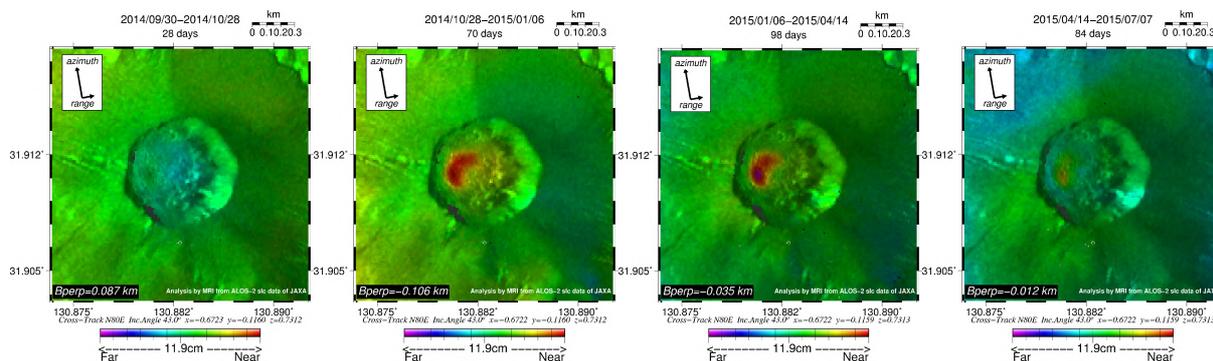
共同研究者 氏名(所属機関)：

地震火山部火山課，気象研究所，福岡管区气象台，鹿児島地方气象台

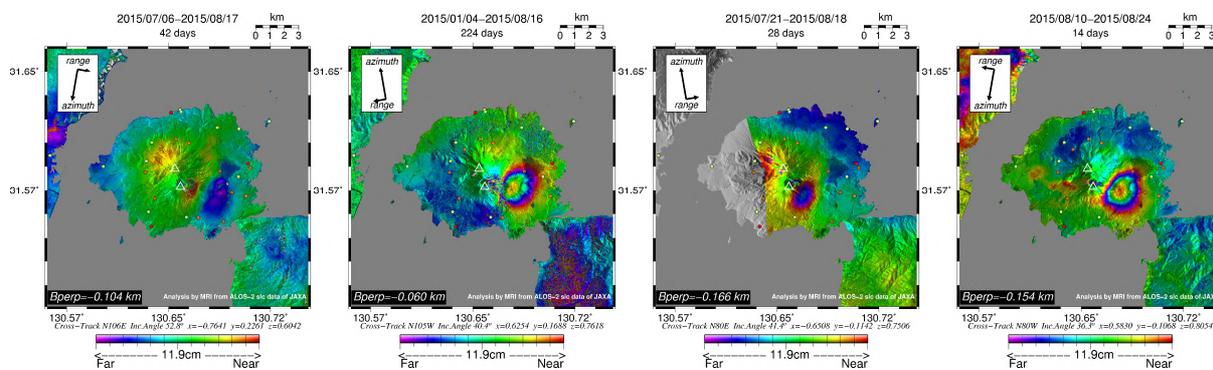
課題名称： SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討（鹿児島県の火山）

今年度の成果概要：

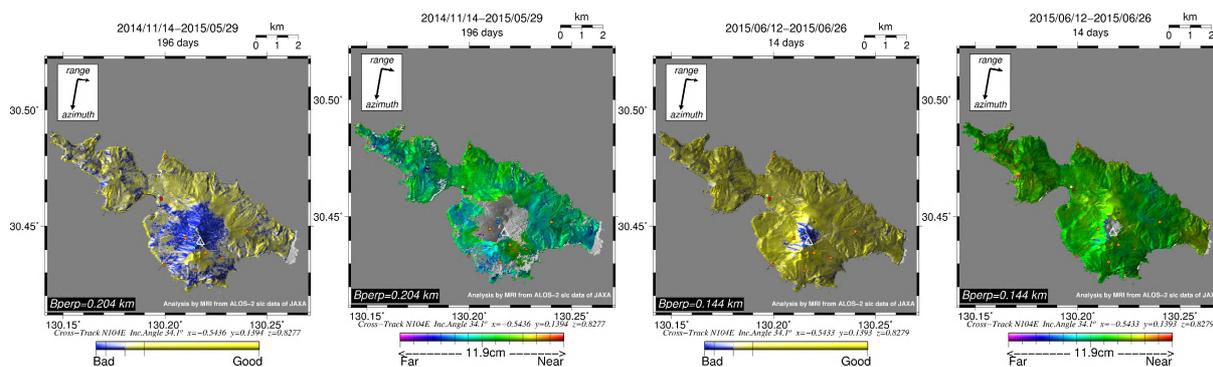
- 鹿児島県の活火山（10 火山）について，差分干渉解析を行った．
- 霧島山新燃岳火口内のごく局所的な部分において，火山活動に伴うと考えられる位相変化が検出された．概ね衛星視線方向短縮傾向の位相変化を示すが，伸張傾向を示す期間もあり火山活動の消長を反映している可能性があることが分かった．



- 桜島の差分干渉解析において，2015 年 8 月 15 日の地震増加に伴う位相変化が検出され，4 方向の解析結果を用いた MaGCAP-V による圧力源推定により，昭和火口直下約 1.6km に体積増加量  $1.6 \times 10^6 \text{m}^3$  を仮定することで，干渉縞を説明できることが分かった．



- 2015 年 5 月 29 日の爆発噴火（左側）及び 6 月 18・19 日の噴火（右側）前後のペアにおいて干渉解析を行い，噴火に伴う山頂部分のコヒーレンス低下領域を検出した．



成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 SAR 干渉解析による口永良部島の地殻変動, 火山噴火予知連絡会拡大幹事会 (2015/05/30).
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 干渉解析による霧島新燃岳火口内の位相変化について, 第 132 回火山噴火予知連絡会 (2015/06/15).
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 SAR 干渉解析による口永良部島の地殻変動について, 第 132 回火山噴火予知連絡会 (2015/06/15).
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 SAR 干渉解析による口永良部島の地殻変動について, 火山噴火予知連絡会拡大幹事会 (2015/08/21).
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 SAR 干渉解析による桜島の地殻変動解析について, 火山噴火予知連絡会拡大幹事会 (2015/08/21).
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた霧島山新燃岳及び硫黄山周辺における SAR 干渉解析結果, 第 133 回火山噴火予知連絡会 (2015/10/21).
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた桜島における SAR 干渉解析結果, 第 133 回火山噴火予知連絡会 (2015/10/21).
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた口永良部島における SAR 干渉解析結果, 第 133 回火山噴火予知連絡会 (2015/10/21).
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた鹿児島県の活火山周辺の SAR 干渉解析結果, 第 134 回火山噴火予知連絡会 (2016/02/17).

来年度以降の課題・計画:

- ・ 引続き, 鹿児島県の活火山について解析を進め, 火山活動に伴う地殻変動の検出を試みる.

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

代表研究者 氏名(所属機関)： 小泉 岳司

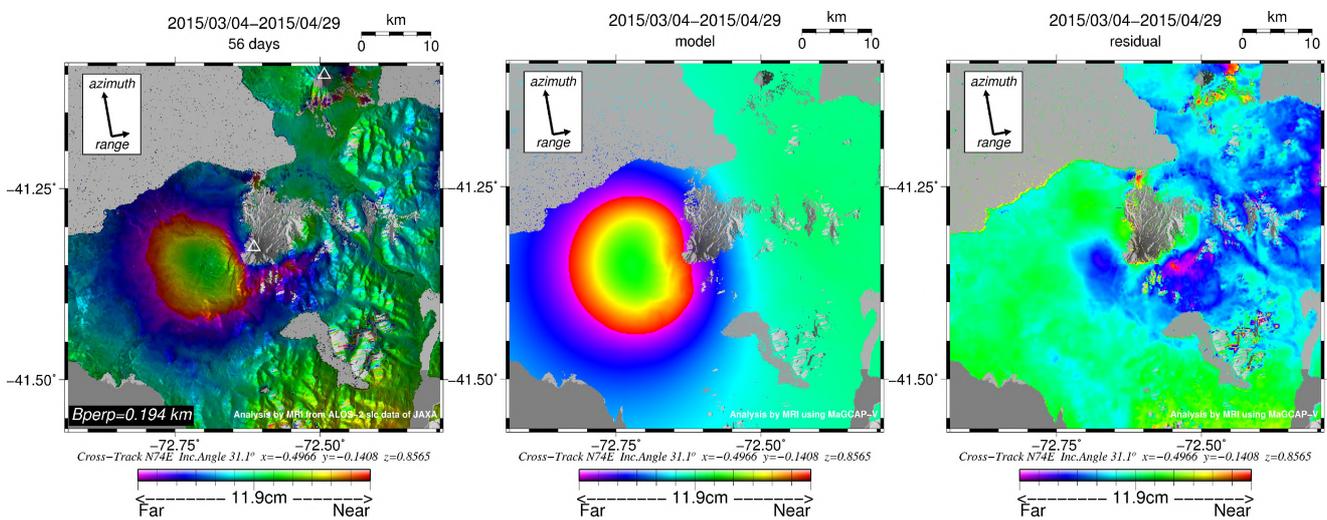
共同研究者 氏名(所属機関)：

地震火山部火山課，気象研究所

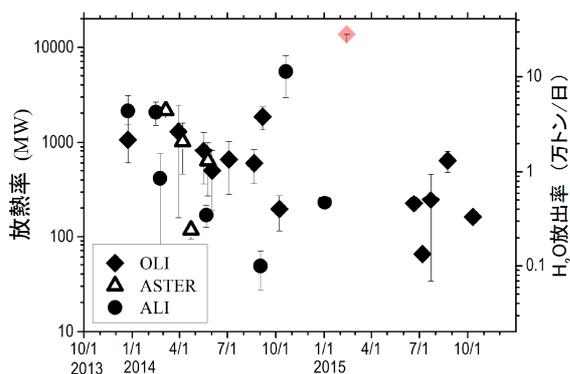
課題名称： 噴出物の分布や地熱域等の把握及び地形変化の検出への利用調査

今年度の成果概要：

- ・ 2015 年 4 月 22 日に噴火したチリの Calbuco について行われた緊急観測について，噴火前後のデータを用いて差分干渉解析を行った．
- ・ その結果，山頂の西側に中心を持つ直径 30km にわたり衛星視線方向伸張の位相変化（約 12cm）が検出された（左図）．
- ・ MaGCAP-V を用いた圧力源推定によれば，回転楕円体（扁平率 0.5，極半径 400m の長球）を仮定した場合，深さ約 9km に約  $6.7 \times 10^7 \text{m}^3$  の体積変化量の減圧を仮定することで，山頂南側部分を除き，概ね干渉縞が説明できることが分かった（中図：モデル，右図：残差）．



- ・ 人工衛星搭載光学センサ（LANDSAT-8/OLI，E0-1/ALI，Terra/ASTER）の可視画像を使用し，西之島から噴煙として放出されている熱エネルギーを Plume rise 法（鍵山，1978）で評価した（下図）．風速は気象庁メソ解析値を時空間内挿して求めた．その変化傾向は明瞭ではないが，2015 年 6 月以降，活動当初と比較し小さくなっている可能性がある．2013 年 12 月から 2015 年 11 月までの平均放熱率は約 950MW となる．噴煙には一部火山灰が含まれていると思われるが，水蒸気のみで構成されているとした場合， $\text{H}_2\text{O}$  放出率は 230 kg/s（約 1.9 万トン/日）， $\text{H}_2\text{O}$  放出量は 1,200 万トンと推定された．また，短波長赤外画像により溶岩の流出方位分布を調査したところ，時間とともに，火口を中心として反時計方向に移動していることが分かった．



謝辞：LANDSAT-8 データは産業技術総合研究所のLANDSAT-8 直接受信・即時公開サービスから，E0-1/ALI データは USGS の EarthExplorer から，ASTER データは JPL の ASTER Volcano Archive から入手した．

成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

- ・ 安藤忍・中橋正樹・鬼澤真也, ALOS-2/PALSAR-2 により捉えられた国内外の活火山周辺における地殻変動, 日本地球惑星科学連合大会 2015 (2015/05/25).
- ・ 福井敬一・桜井利幸・安藤忍, 宇宙からの西之島火山活動監視. 日本地球惑星科学連合大会 2015 (2015/05/27).
- ・ 福井敬一・安藤忍・桜井利幸, 西之島 2013~2015 年噴火における溶岩流出活動と噴煙活動. 日本火山学会 2015 年度秋季大会 (2015/09/28-30).
- ・ 気象研究所, 西之島の噴煙活動, 第 133 回火山噴火予知連絡会 (2015/10/21)

来年度以降の課題・計画:

- ・ 引き続き, 国内外の火山を含めた地形変化の検出について, 光学センサも利用しながら解析を進める.

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

噴火や火山活動に伴う地形変化や地殻変動検出を行うため, 引き続き海外も含め, 緊急時における臨時観測のサポートをお願いしたい.

代表研究者 氏名(所属機関) : 夏秋 嶺(宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

共同研究者 氏名(所属機関) : 島田 政信(東京電機大学 理工学部)

大木真人(宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

渡邊学(宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

課題名称 : 航空機及び衛星搭載 SAR による火山の監視と変化抽出について

今年度の成果概要 : 本年実施した解析の概要は以下の通り。

・チリ・カルブコ山

4 月 22 日にチリ・カルブコ山にて噴火があり、観測を行った。噴火前の 3 月 4 日および噴火後の 4 月 29 日の観測データを利用し、噴火による地殻変動と噴出物による地表面の状態変化を抽出した。

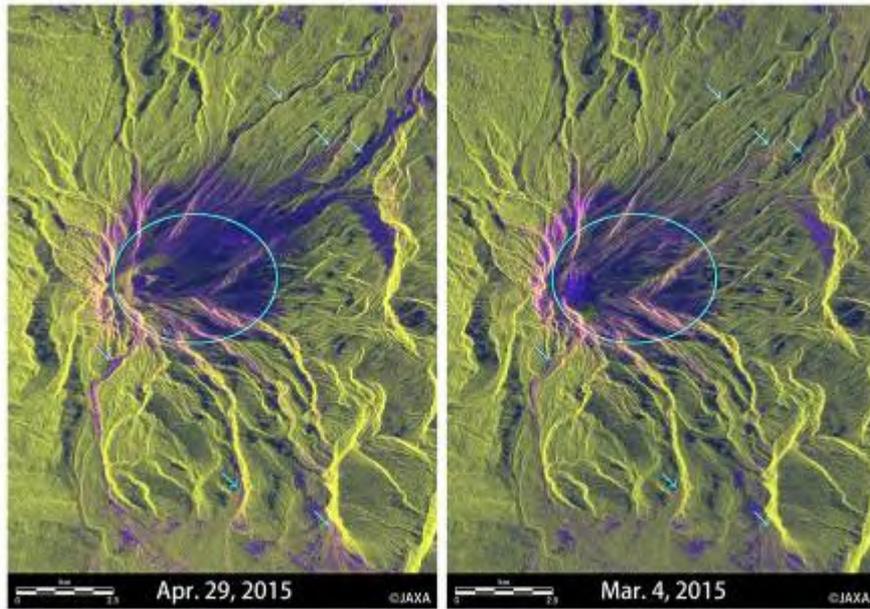


図 1 : 噴火前(2015/3/4)後(2015/4/29)の強度画像による比較。噴火により青円内の地形、明暗が変化したほか、矢印部にも変化がみられる。

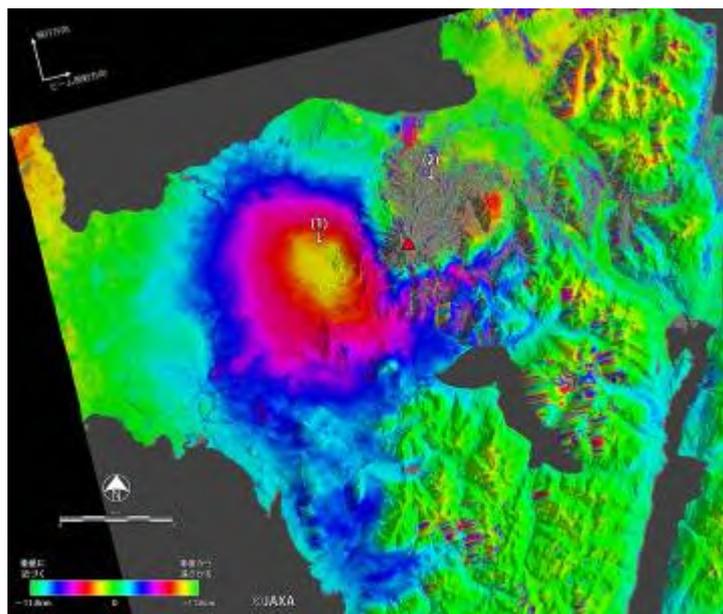
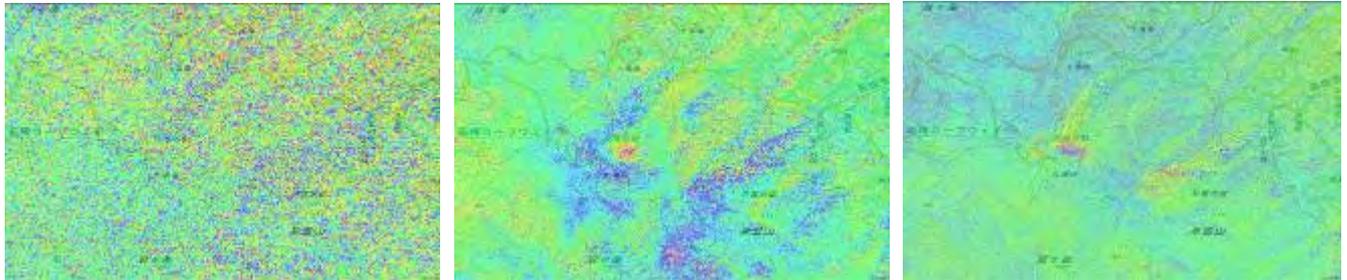


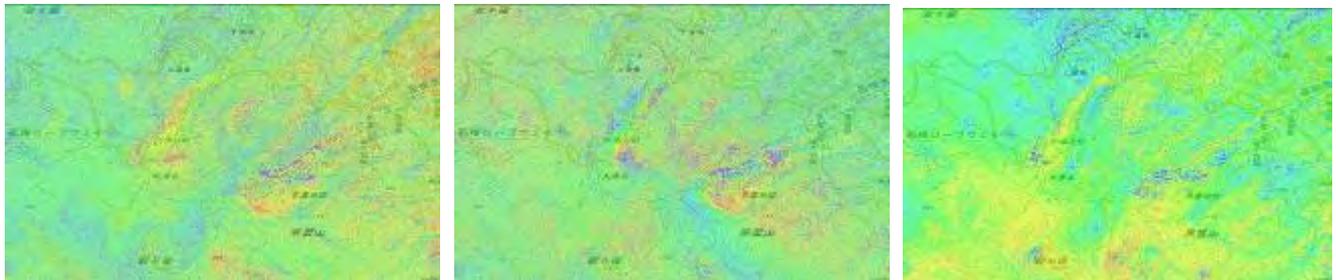
図 2 : 噴火前後の干渉画像による地殻変動の抽出。中央赤三角がカルブコ山であり、西側の山麓に視線方向で遠ざかる変位、東北の山麓に噴出物によると思われる干渉性の低い領域が見える。

・箱根山

4 月末より活動が活発化した箱根山の大涌谷において、継続的に干渉解析を行ったほか、6 月 29 日の小規模な噴火後には 7 月 2 日の観測データを利用し 3 時期コヒーレンス解析による噴出域の抽出を行った。以下に干渉画像の例を示す。2015 年 4 月 28 日 までの干渉画像に有意な変化は見られなかったほか、大涌谷の地殻変動は差し渡し約 200m の範囲にとどまっている。ただし、早雲地獄方面に延びる変位の不連続な線が五月下旬以降の干渉ペアにはみられる。



(左)2014/12/23 - 2015/4/28:有意な変化は見られない。(中)2014/10/9 - 2015/5/7:大涌谷中心に変位が見える。(右)2015/5/7 - 2015/5/21:最大約 20cm 程度の視線距離短縮が見られる。



(左)2015/6/4 - 2015/6/18:変位の鈍化がみられる。(中)2015/6/18 - 2015/7/2:噴火に伴うと考えられる非干渉領域を中心に変位が見られる。(右)2015/7/2 - 2015/7/16 顕著な変位は見られない。

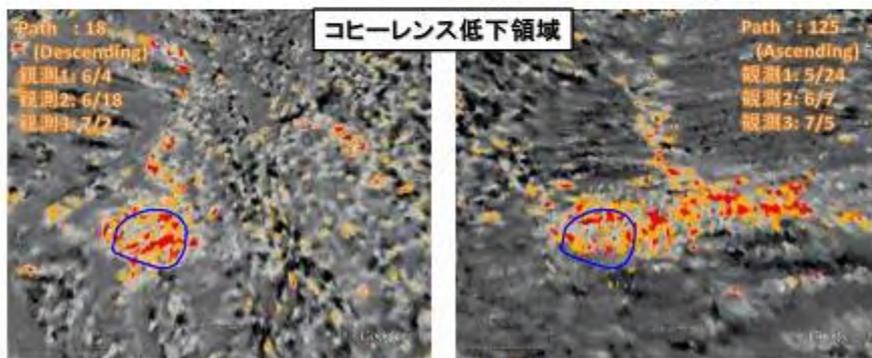
以上 6 図は干渉画像を国土地理院の標準地図上に透過レイヤとして表示している。

3 時期コヒーレンスによる変化抽出

コヒーレンス低下領域は、火砕丘の範囲をカバー

□ 火砕丘(7/11 ドローン映像等より)

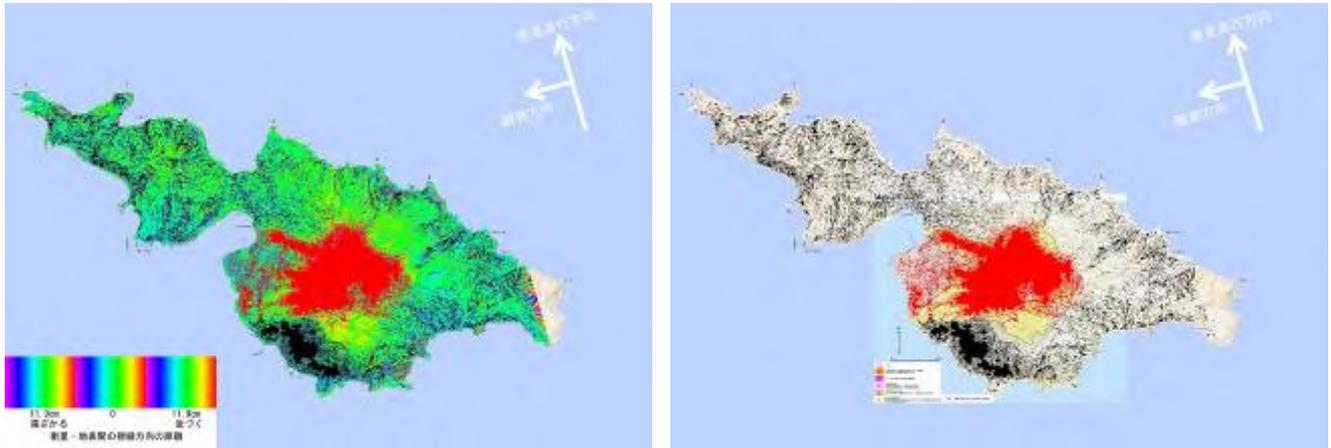
$$\text{コヒーレンス差 } \Delta\gamma = \frac{\gamma_{\text{観測2}-\text{観測1}} - \gamma_{\text{観測2}-\text{観測3}}}{\gamma_{\text{観測2}-\text{観測1}} + \gamma_{\text{観測2}-\text{観測3}}}$$



7/2 - 6/18 - 6/4 の 3 時期コヒーレンスによる変化抽出結果。図右上は火山噴火予知連絡会静岡大学資料より抜粋したドローン撮影による画像。

・口永良部島

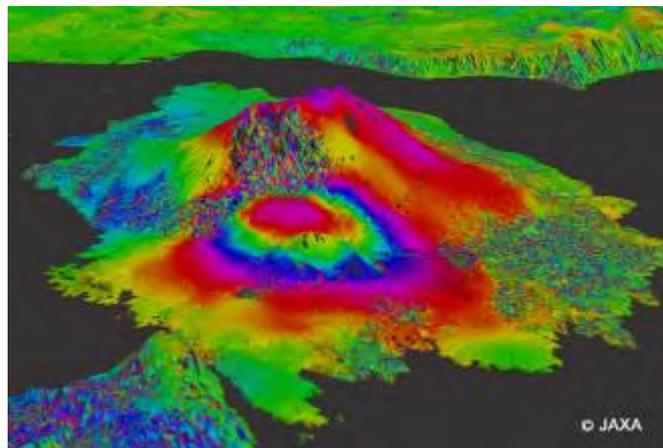
5月29日の噴火に際し、緊急観測と解析を行った。大きな地殻変動は見られなかったものの、火口周辺において干涉性の低い領域を抽出したところ、第132回火山噴火予知連絡会における産業技術総合研究所の報告において火砕サージ、樹木損傷域と判定された地域よりやや広く、低速の灰雲地域と判定された領域よりやや狭い範囲が得られた。



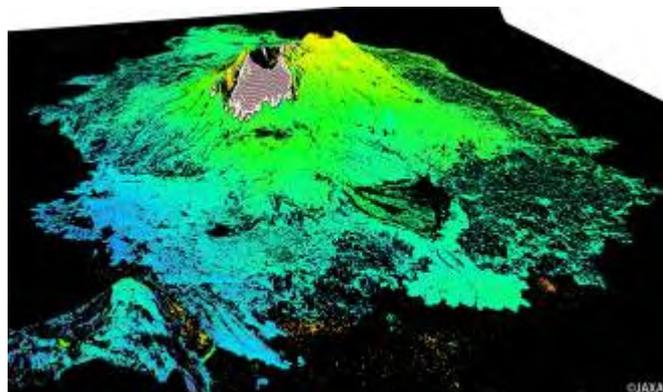
2015年5月29日と1月23日の干涉画像(左)と干涉性の低い領域と画像による判定域の比較(右)。国土地理院の電子地形図および第132回火山噴火予知連絡会における産業技術総合研究所を使用した。

・桜島

8月15日の噴火警戒レベル上昇および2016年2月5日の噴火に際し、それぞれ干涉解析を行った。



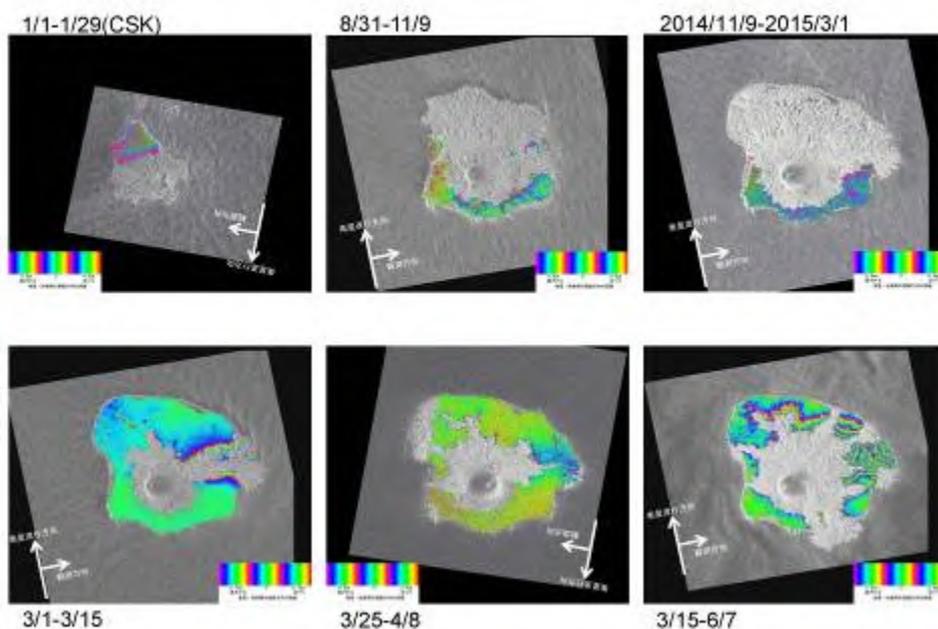
2015/1/4 - 2015/8/16 干涉画像の鳥瞰図。南岳東側に視線距離16cm程度の地殻変動がみられる。



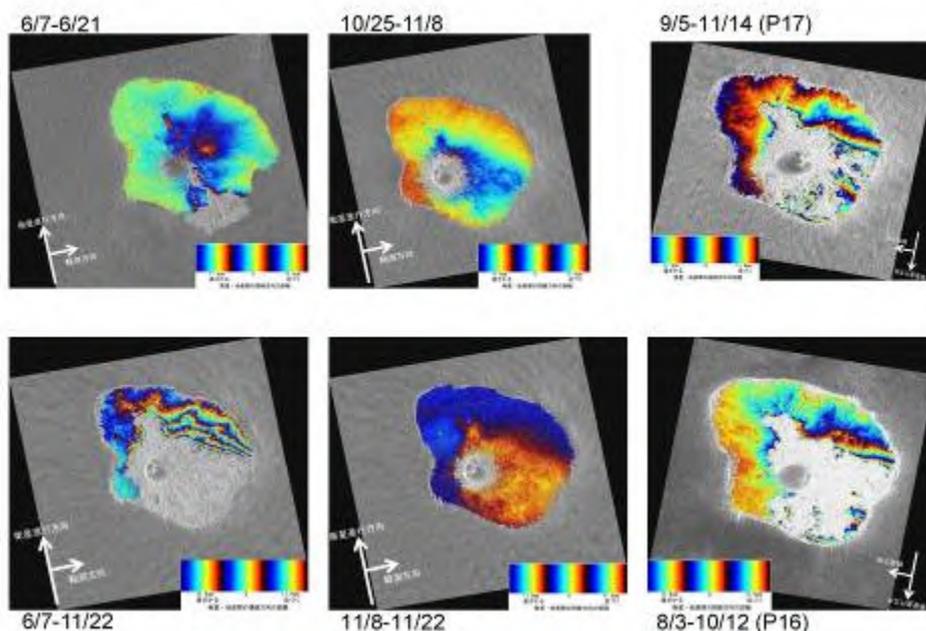
2015/11/30 - 2016/2/8 干涉画像の鳥瞰図。有意な地殻変動は見られないが、11/30 - 11/16の干涉ペアを利用した3時期コヒーレンス解析により、噴出物が堆積したと思われる領域が網かけ部のように抽出された。

・西之島

2013 年より噴火が続いている西之島においては、ALOS-2 打ち上げ後より繰り返し観測されてきた。干渉解析を行ったところ、溶岩の流出が低調な領域において干渉性が高いことが確認された。さらに、溶岩流に双方向で干渉縞が得られた。Ascending 軌道と Descending 軌道の観測間隔がまちまちである一方、溶岩の流出量が一定ではないため断定はできないが、視線方向の変動量の傾向から、新たに流れ出た溶岩によりそれ以前に流出し固化した部分が地盤沈下を起こしている可能性が考えられる。また、過去に遡って COSMO-SkyMed の観測データも解析したところ、新島と旧島が接合したあとの 2014 年 1 月 1 日と 29 日の干渉ペアにおいてもすでに接合部で何らかの地表面の変動が起きていることが確認された。以下に干渉画像の例を示す。



西之島の干渉画像。左上のみ 2014 年 1 月 1 日-29 日の COSMO-SkyMed 干渉画像、それ以外は ALOS-2 PALSAR-2 データを使用しており、期間は 2014 年 8 月 31 日から 2015 年 6 月 7 日。



2015 年 6 月 7 日から 11 月 22 日までの ALOS-2 PALSAR-2 干渉画像

成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

西之島の観測結果の一部については APSAR2015 にて報告している。(Ryo Natsuaki, Manabu Watanabe, Takeshi Motohka, Masato Ohki and Masanobu Shimada, "Assessment of the Stability for Active Volcanic Small Island by Use of SAR Interferometry: A case study in Nishinoshima island," The 5th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar(APSAR), 841 - 844.)

幾つかのイベント(口永良部島、カルブコ山、桜島等)に関しては必要な処理を行い、その結果を JAXA WEB ([http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/index\\_j.htm](http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/index_j.htm))で公開している。

来年度以降の課題・計画:

継続して PALSAR-2, Pi-SAR-L2 を利用し、火山における変動量の抽出をおこなう。

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

特になし。

ただ、JAXA の標準成果物を使っていただきしており、成果品に対するコメント(不具合情報(観測日付、処理レベル)や改修要望があればいただきたい。

代表研究者 氏名(所属機関): 田中 明子 (産業技術総合研究所)

共同研究者 氏名(所属機関):

課題名称: 合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動のモニタリング

今年度の成果概要:

2015 年 8 月の桜島の活動の活発化に伴って実施された緊急調査について, 衛星解析グループを通じてご提供頂いた PALSAR-2 データの解析を ISCE (InSAR Scientific Computing Environment, <https://winsar.unavco.org/isce.html>) を用いて行った. 他機関で迅速に公開された結果と調和的な結果が得られた.

しかし, 2016 年 2 月に霧島 硫黄山付近の活動の活発化に伴って実施された緊急調査について, 同様に衛星解析グループを通じてご提供頂いた PALSAR-2 の 2015/12/23 と 2016/03/02 に取得されたデータを用いて, 干渉 SAR 解析を行ったが, 干渉性の高い結果を得ることができず, 明瞭な地殻変動を捉えることができなかった.

成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

IGARSS 2015 (<http://www.igarss2015.org/>) の招待講演の共著者として、衛星解析グループにおける活動などを通じての処理結果の一部を利用した。

来年度以降の課題・計画:

衛星搭載の SAR データを用いて、地表変動を捉えることのできる可能性のある事例についての解析を行う。アーカイブデータを利用し、時系列解析にも取り組む。また、PALSAR-2 の ScanSAR モードや Sentinel-1a のデータとの相補的な利用も考慮する。

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

衛星解析グループとしても、AUIG-2 の OS 依存性の解決を JAXA に要望していただけると幸いです。  
また、ftp site にデータを upload して頂く際に、ファイル名よりデータの内容がわかるようにして頂くか、もしくはデータの情報を書き込んだ text file を準備して頂くか、あるいは他の方法でも良いが、いずれにせよ ftp site のファイルの内容がある程度類推できるようにして頂けますと助かります。

代表研究者 氏名(所属機関)： 竹中 潤(神奈川県温泉地学研究所)

共同研究者 氏名(所属機関)： 原田昌武・道家涼介(神奈川県温泉地学研究所)

課題名称： SAR 干渉解析による箱根火山の火山性地殻変動の検出

今年度の成果概要：

本課題の研究対象としている箱根火山では、2015 年 4 月下旬より地震活動が活発化し、GNSS 観測、傾斜観測により山体膨張を示す地殻変動が観測された。また、ALOS-2/PALSAR-2 による緊急観測が高頻度に行われ、大涌谷において局所的な隆起が観測された。2015 年 6 月 29 日～7 月 1 日にかけては、その極近傍で水蒸気噴火が発生した。本年度は、この活動に際し取得された ALOS-2/PALSAR-2 データについて解析を実施し、大涌谷における局所的な隆起の時間変化の整理と、水蒸気噴火時に形成された開口割れ目の推定を行った。

(1) 大涌谷における局所的な隆起の時間変化

図 1 に、大涌谷を対象として干渉 SAR 解析結果の例 (Path 18 ; 南行軌道・右観測) を示す。なお、本解析には、防災科学技術研究所が作成した SAR 干渉解析ツール (RINC) を使用させて頂いた。大涌谷では、群発地震発生後の 5 月 7 日観測で、直径 200m の範囲で、最大 6 cm 衛星視線方向に近づく変位が観測された (図 1a)。その後、5 月中は急激に変位し (図 1b、c)、6 月には一旦鈍化も見られた (図 1d)。6 月 29 日～7 月 1 日の水蒸気噴火後の観測では、再び、衛星視線方向に近づく変位が観測され (図 1e)、その後は衛星視線方向から遠ざかる変位に転じている (図 1f、g)。

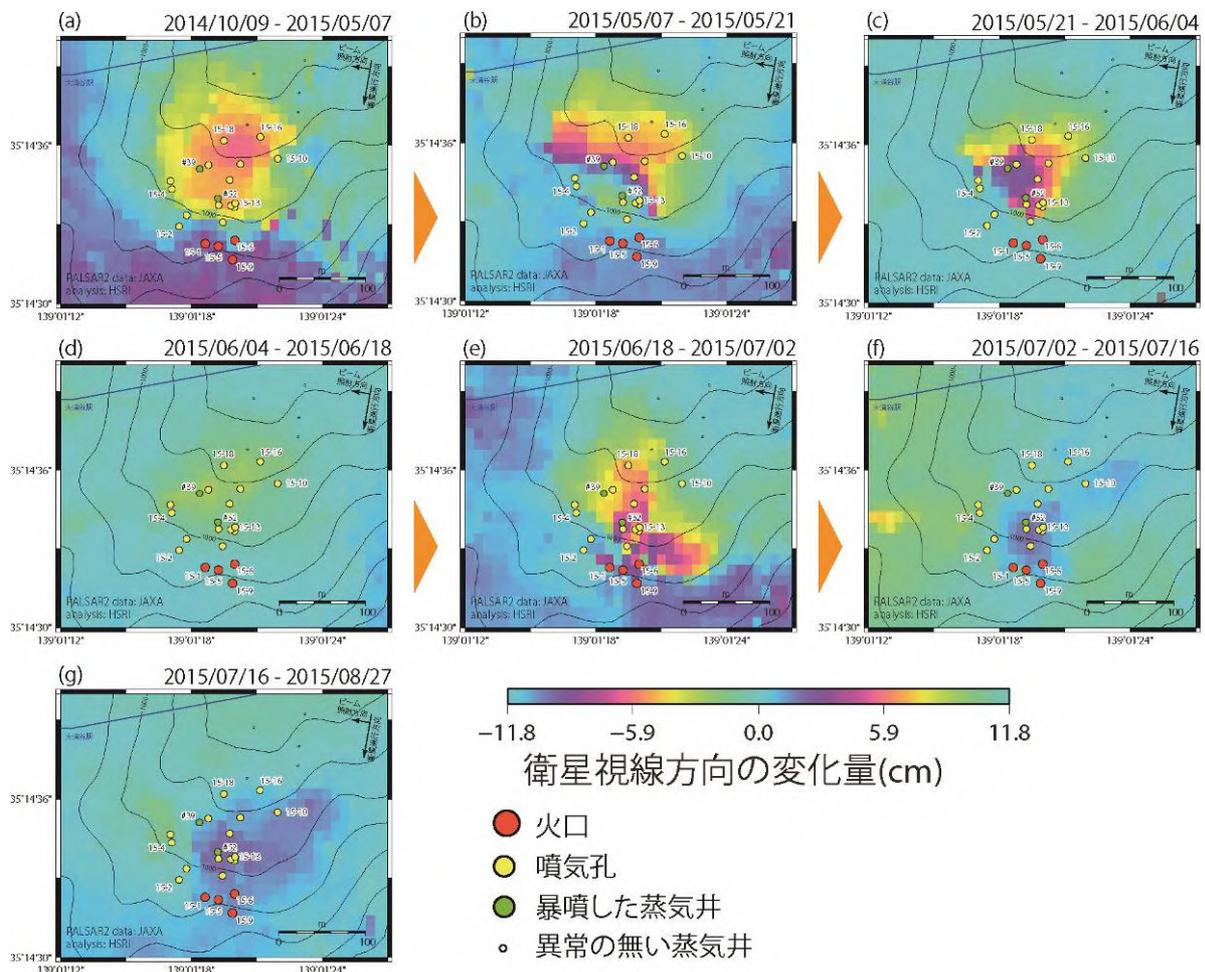


図 1 Path 18 (南行軌道・右観測) における干渉 SAR 解析結果

(2) 水蒸気噴火時に形成された開口割れ目

大涌谷において、水蒸気噴火が発生した2015年6月29日～7月1日を挟む干渉ペアにおいて、大涌谷から南東方向に延びる直線を境に、東側が4～5 cm程度衛星に近づく変位が観測された(図2)。その結果から、大涌谷付近を北端とする北西-南東走向の開口割れ目断層をインバージョンにより推定した(図3)。また、開口量の分布を推定したところ、大涌谷から早雲山にかけての浅部と、南東端付近で開口量のピークが得られた。この開口割れ目による体積変化量は、5.5～6.5万m<sup>3</sup>と見積もられた。

傾斜計により観測された地殻変動(本多ほか, 2015 火山学会)から、この体積変化は2015年6月29日の午前7時33分頃から生じたものと推測される。

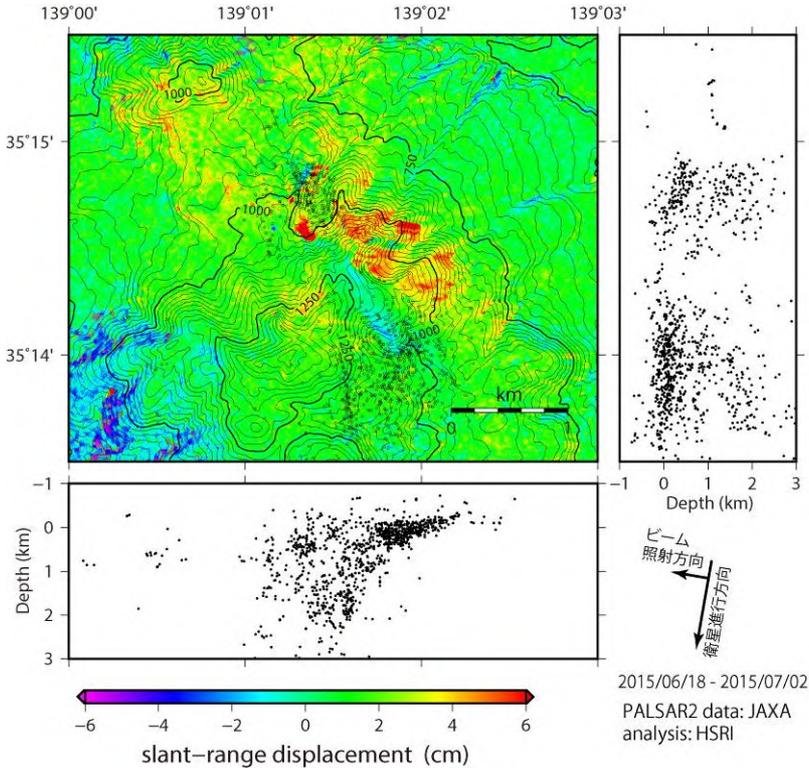


図2 2015/6/18と2015/7/2のペア(Path18)における解析結果。本解析においては、sarmap社製のSARscapeを使用した。震源は、行竹ほか(2015; 火山学会)により推定された6月29日～7月1日にかけて発生した地震の震源位置。

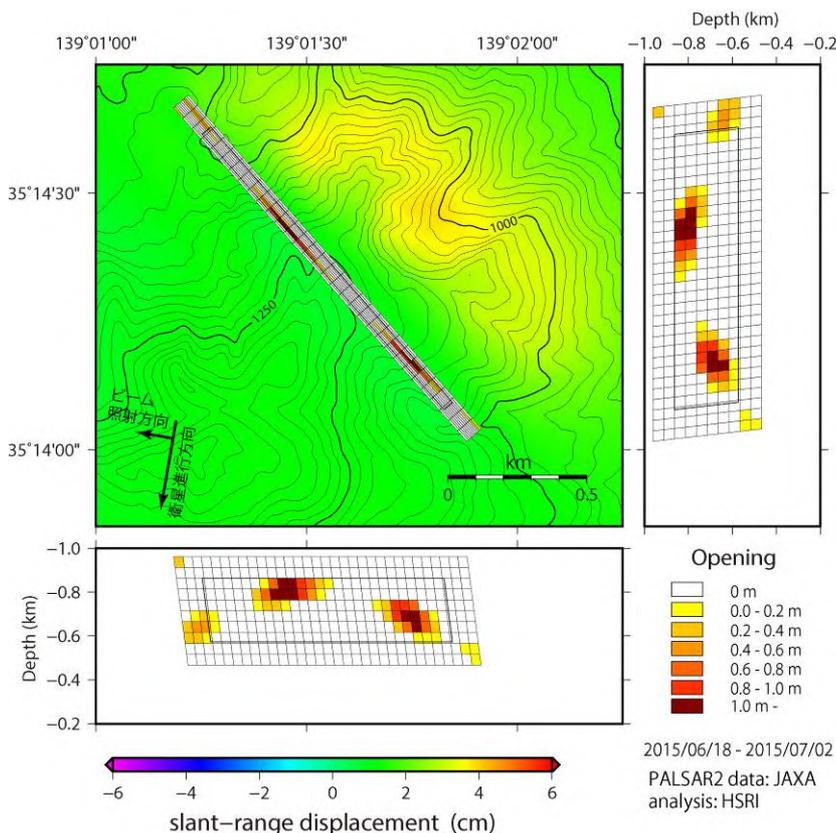


図3 推定された開口割れ目とモデル値。内側の黒実線は単一の矩形開口割れ目によるモデル(開口量14.5cm)を示す。モデル値による変位分布は、50x50mメッシュ毎に開口量を推定した結果に基づく。

成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

火山噴火予知連絡会での報告 3回(第132回、第133回、第134回 箱根山)

予知連 web への資料提出 1回(8/4、地上設置型 SAR による大涌谷における噴火前後の地表面変位)

地震調査委員会での報告 1回(6/9、4月26日頃からの箱根山における活発な地震活動について)

論文・紀要

道家涼介・原田昌武・竹中 潤(2015)干渉 SAR による 2015 年箱根火山の活動に伴う大涌谷の地表面変位, 神奈川県温泉地学研究所報告, 47, 23-29.

学会発表

道家涼介・原田昌武・竹中 潤・萬年一剛(2015)2015 年箱根山火山活動に伴う大涌谷の地表面変動, 日本火山学会 2015 年度秋季大会, A3-13.

来年度以降の課題・計画:

2015 年 6 月 29 日~7 月 1 日の水蒸気噴火以降、ALOS-2/PALSAR-2 により、大涌谷において継続して衛星視線方向から遠ざかる変位が観測されている。他の地上観測データなども踏まえ、今後取得されるデータを対象に、継続的にこの変動の推移を見ていく。

加えて、ALOS-1 データを含めた過去のデータについても干渉 SAR 解析および干渉 SAR 時系列解析を実施し、火山性地殻変動や地表面におけるその他の変化(噴気域の拡大や火山性地すべり)の抽出を試みる。

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

引き続き、必要に応じた緊急観測の要求・実施を無理の無い範囲でお願いしたい。CIRC のデータについても、その有効性が分かりつつあるので、引き続き活火山での解析事例を、メーリングリストや火山 WG の会合でご共有頂きたい。

代表研究者 氏名(所属機関)：島田 政信(東京電機大学)

共同研究者 氏名(所属機関)：

夏秋嶺(宇宙航空研究開発機構)、大木真人(宇宙航空研究開発機構)

課題名称：航空機 SAR による火山の監視と変化抽出について

今年度の成果概要：年度当初には、「本研究では、航空機 SAR の干渉能力と火山変化を中心テーマとして研究を行う。合わせて、(必要に応じて) PALSAR も研究に使用する。観測対象火山は、1) 桜島、2) 樽前山、を中心とした干渉解析とする。」とうたったが、本年は、振幅画像の変化にとどまった。航空機 SAR の観測計画には、1) + 2) のサイトは共に 2015 年 10 月までに取得とされていたが、航空機の修理のために観測飛行が 12 月中旬、2016 年 3 月に延期になったことが要因の一つである。なお、2015 年 12 月 9 日の航空機 SAR の画像として、以下を得た。火口全体に紫色の領域が広がり、中腹以下の緑領域と様相が異なる。火山特有の見え方であり、裸地か火山灰の被覆の可能性が考えられる。

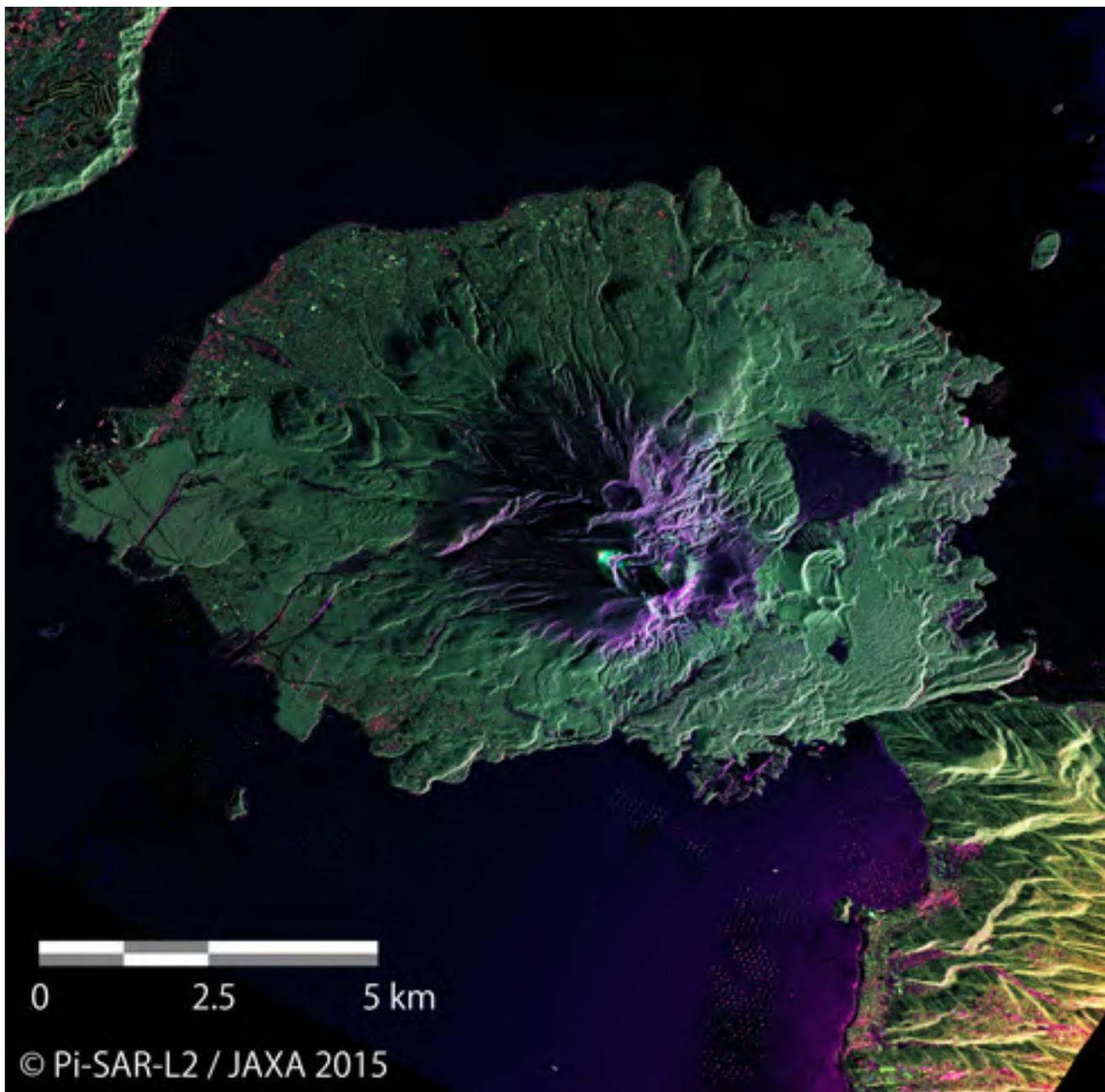


図1 桜島2015年12月9日の観測画像

1) 2013-2014-2015の時系列解析

3時期の桜島の Pi-SAR-L2 画像を示す。山頂の裸地の状況はこのスケールではよくわからない。

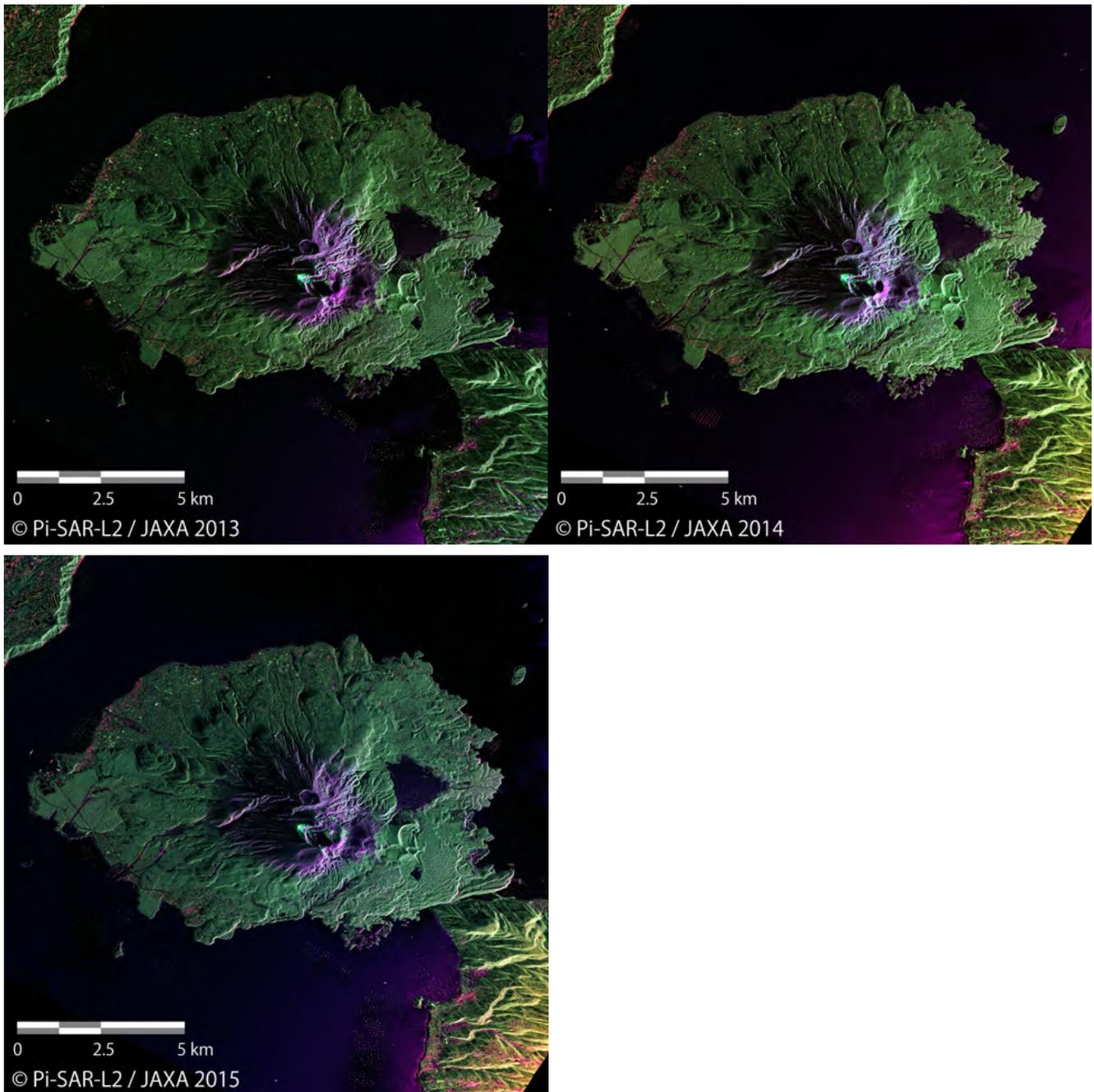


図2:左上:2013/9/13の画像、右上:2014/8/7の画像、左下2015/12/9の画像

## 2) 山頂の拡大図

昭和火口の拡大図を図3に示す。以下の画像の中心領域が明るくなっている。電波は左上方向に照射されており、シャドウにより暗かったのが、隆起による明るくなったと考えられる(全体概要図は図4参照)。

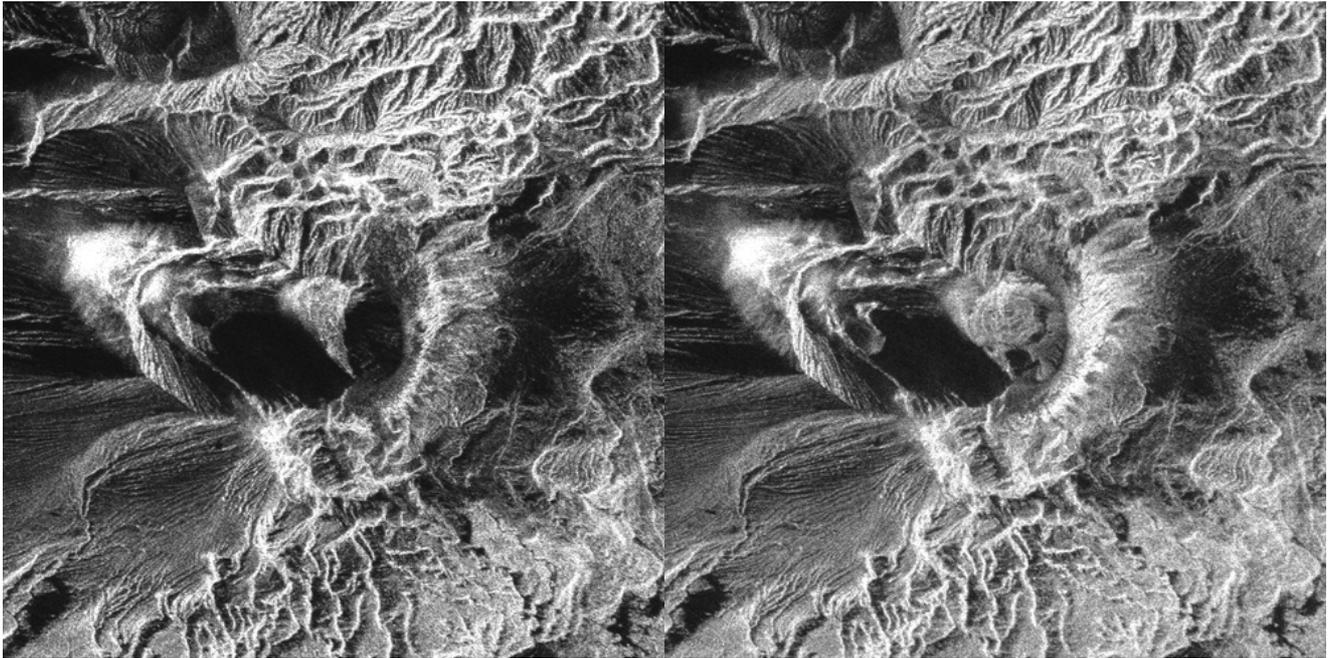


図3:左 2013/9/13 の HV 画像、右 2015/12/9 の HV 画像、下の矢印は電波照射方向

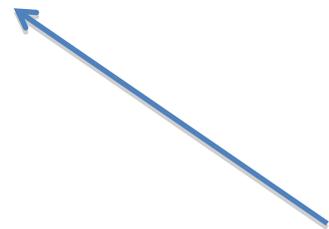


図4:全体概要図

成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

本年度の解析は桜島の火山部の時間変化の解析と一部ソフトウェアの改修にとどまり、振幅画像の評価を実施するにとどめた。干渉解析は次年度の業務としたい。また、Pi-SAR-L2を搭載するG-IIが機体の老朽化に伴う機体検査や改修作業が多く発生し、当初予定の2015年6月から11月の実験が延期になったことから、本年度の解析に使用するデータが遅延した。

航空機は11月中には改修が終了し、12月から観測に復帰している。遅まきながら、12月中旬、2016年2月の最終週、3月の17-19に日本の各サイトで実験飛行が開始される予定である。

来年度以降の課題・計画:

Pi-SAR-L2は国内唯一のL-band多偏波航空機SARであり、高い分解能、高いSNR、良質なポラリメトリ、高精度の繰り替え観測を可能とするSARである。JAXAは本SARを用いた火山観測を毎年度計画として実施しており、それらは1)特定火山の変化抽出、2)航空機SARによる干渉能力の確認を目的としている。本研究は、平成27年度から主研究者が研究勤務地をJAXAから東京電機大に移すことがきっかけとなって発生したものであるが、新規に火山と航空機SARについて(工学的な研究も含めて)の研究テーマを提案するものである。本研究では、航空機SARの干渉能力と火山変化を中心テーマとして研究を行う。合わせて、(必要に応じて)PALSARも研究に使用する。観測対象火山は、1)桜島、2)樽前山、を中心とした干渉解析とする。

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

現場データの提供